



Universidade de Aveiro Departamento de Ambiente e Ordenamento
2013

**FILIPPE JOÃO DA SILVA RODRIGUES PLATAFORMA WEB DE LEGISLAÇÃO DE
QUALIDADE DO AR**



Universidade de Aveiro Departamento de Ambiente e Ordenamento
2013

**FILIPPE JOÃO DA SILVA RODRIGUES PLATAFORMA WEB DE LEGISLAÇÃO DE
QUALIDADE DO AR**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica do Doutor Carlos Borrego, Professor Catedrático do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Prof^a. Doutora Teresa Filomena Vieira Nunes
professora associada da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José Manuel Gaspar Martins
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Carlos Alberto Diogo Soares Borrego
professor catedrático da Universidade de Aveiro

Doutor Miguel Sala Coutinho
secretário-geral do Instituto do Ambiente e Desenvolvimento - IDAD

agradecimentos

Foram uns últimos meses muito gratificantes e desde já um obrigado a todos os que me acompanharam em mais uma etapa da minha vida.

Em primeiro lugar agradeço ao Professor Carlos Borrego e Dr. Miguel Coutinho por toda a orientação e transmissão de conhecimento.

Ao IDAD, que me inseriu nos seus trabalhos, exponenciando o meu conhecimento, e a toda a sua equipa estou grato pela forma como me acolheram e ajudaram a concretizar este projeto. Obrigado por me transmitirem todo o conhecimento na área e por todas as simbólicas formações que me foram dando.

Um enorme obrigado ao Pedro Lobo por todo o apoio informático.

A todos os meus amigos pelos momentos de descontração e alegria. Aos companheiros de todas as viagens, Manel e Telmo. Ao Ricardo pela companhia dos almoços.

A toda a minha família, em especial aos meus pais por todo o apoio, compreensão e esforço neste percurso dos últimos anos. Obrigado pais! Espero um dia poder retribuir.

Por todos os segundos juntos, à Lúcia.

palavras-chave

Poluição atmosférica, qualidade do ar, normas de qualidade do ar, legislação de qualidade do ar.

resumo

O desenvolvimento tecnológico verificado nos últimos séculos teve como consequência um crescimento exponencial da população mundial. Aliado a este facto existe, atualmente, um padrão de consumo de recursos de tal forma insustentável que tem impactes negativos no ambiente e consequentemente na saúde humana e qualidade de vida. A poluição atmosférica é, hoje em dia, um problema ambiental de escala mundial e, por isso, nas últimas décadas, tem-lhe sido dada especial importância na perspetiva da qualidade do ar. A degradação da qualidade do ar influencia diretamente, e de forma preponderante, a saúde humana. Para responder a esta realidade, a maior parte dos países do mundo têm adotado ações e políticas que visam a redução da exposição à poluição atmosférica e publicado legislação na temática da qualidade do ar com a fixação de valores limite para diferentes poluentes – normas de qualidade do ar.

O objetivo desta tese, que teve lugar no Instituto do Ambiente e Desenvolvimento – IDAD em forma de estágio, foi conhecer e identificar a diversidade de instrumentos e guias de referência existentes dentro e fora do espaço europeu, na temática da qualidade do ar. De forma mais específica pretende-se analisar, compilar em base de dados e apresentar numa plataforma web as normas de qualidade do ar dos diversos instrumentos legais vigentes nos diferentes países.

Com a realização desta dissertação foi possível aferir o panorama atual mundial das políticas e legislação de qualidade do ar. Foi possível encontrar normas de qualidade do ar em 97 países, sendo que a maior parte destes se localizam no hemisfério norte. O NO₂ é o poluente mais regulamentado e, em sentido inverso estão os metais pesados e o benzo(a)pireno. A realidade atual das políticas de qualidade do ar está ainda distante da idealidade como foi possível concluir através da comparação destas com as recomendações da Organização Mundial de Saúde. Tendo em conta toda a metodologia seguida, conclui-se que o objetivo deste estágio, em proporcionar à comunidade interessada uma nova e única ferramenta que permita o acesso compilado a normas de qualidade do ar, foi cumprido com a criação da plataforma web AirLex – Worldwide Air Quality Legislation.

keywords

Atmospheric pollution, air quality, air quality standards, air quality legislation.

abstract

The technological development in recent centuries has resulted in an exponential growth of the world population. Allied to this fact there is currently a pattern of resource consumption so untenable that has negative impacts on the environment and consequently on human health and quality of life. Nowadays air pollution is an environmental problem at a global scale and, therefore, in recent decades, it has been given special importance to the air quality issue. The degradation of air quality has a direct and overwhelming effect on our health. In order to deal with this reality, most countries of the world have adopted policies and taken actions aiming the reduction of exposure to air pollution by legislating and setting limits for different pollutants - air quality standards.

The goal of this thesis, which took place during an internship at the Instituto do Ambiente e Desenvolvimento – IDAD, was to know and identify the variety of tools and reference guides within and outside Europe, as far as the subject of air quality is concerned. More specifically, it is intended to analyze the air quality standards of various countries, compiling all data into a database and displaying it in a web platform.

With the completion of this thesis it was possible to assess the current situation of global policies and legislations on air quality found in 97 countries, most of them located in the northern hemisphere. NO₂ is the most legislated pollutant and, opposed to that, there are the heavy metals and benzo(a)pyrene. The reality of the current air quality policies is still far from ideal as concluded, by comparing them with the recommendations of the World Health Organization. Bearing in mind the methodology, it is concluded that the main goal of this internship - to provide the interested community a new and unique tool that allows access to compiled air quality standards - was achieved by the creation of the web platform AirLex - Worldwide Air Quality Legislation.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	II
LISTA DE TABELAS	IV
1. INTRODUÇÃO	1
2. ESTADO DA ARTE	3
3. OBJETIVOS E METODOLOGIA	10
4. JUSTIFICAÇÃO DO PROJETO	11
5. ESTRUTURA DA BASE DE DADOS	13
5.1 CONTINENTE	14
5.2. PAÍS	14
5.3. POLUENTE	15
5.4. BASE TEMPORAL	15
5.5. UNIDADE	15
5.6. VALOR	15
5.7. DEFINIÇÃO	16
6. ESTRUTURA DO SITE	18
7. ANÁLISE DAS NORMAS DE QUALIDADE DO AR	21
7.1. EUROPA	23
7.2. OCEÂNIA	28
7.3. AMÉRICA	30
7.4. ÁSIA	34
7.5. ÁFRICA	38
7.5. PANORAMA GLOBAL DA LEGISLAÇÃO DE QUALIDADE DO AR	41
8. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	55
9. CONCLUSÕES	56
BIBLIOGRAFIA	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema da base de dados.	17
Figura 2: Logotipo do conceito AirLex – Worldwide Air Quality Legislation.	18
Figura 3: Página inicial do AirLex – http://airlex.web.ua.pt/	19
Figura 4: Normas de qualidade do ar em Portugal para PM10 apresentadas com recurso à ferramenta de mapas incluída no site.	20
Figura 5: Mapa com países (a verde) onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar.	42
Figura 6: Número de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar (cinzento).	42
Figura 7: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para PM10 (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para PM10 (cinzento).	43
Figura 8: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para PM2,5 (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para PM2,5 (cinzento).	44
Figura 9: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para O ₃ (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para O ₃ (cinzento).	44
Figura 10: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para SO ₂ (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para SO ₂ (cinzento).	45
Figura 11: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para CO (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para CO (cinzento).	46
Figura 12: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Benzeno (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Benzeno (cinzento).	46
Figura 13: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Pb (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Pb (cinzento).	47
Figura 14: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para As (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para As (cinzento).	48
Figura 15: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Cd (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Cd (cinzento).	48
Figura 16: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Ni (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Ni (cinzento). .	49

Figura 17: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Benzo(a)pireno (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Benzo(a)pireno (cinzento).	49
Figura 18: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar (cinzento) para os diferentes poluentes.	50
Figura 19: Percentagem de países com normas de qualidade do ar superiores (a vermelho), iguais (a amarelo) e inferiores (a verde) às recomendações da OMS.	52
Figura 20: Médias dos valores limite mundiais (a laranja) em comparação com as recomendações da OMS (a verde) para a matéria particulada.	53
Figura 21: Médias dos valores limite mundiais (a laranja) em comparação com as recomendações da OMS (a verde) para o NO ₂ , SO ₂ e O ₃	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estrutura do parâmetro Continente a aplicar na base de dados.....	14
Tabela 2: Estrutura do parâmetro País a aplicar na base de dados.....	15
Tabela 3: Exemplo da articulação da BD.	17
Tabela 4: Normas de qualidade do ar estabelecidas pela CE, EPA e OMS.	22
Tabela 5: Valores guia de referência publicados pela Organização Mundial de Saúde (OMS).....	51

1. Introdução

Nos últimos séculos o desenvolvimento tecnológico e económico fez-se acompanhar por uma tendência constante de aumento do consumo de recursos. Como resultado, existem atualmente padrões de consumo não suportados pelos recursos que o próprio território nos oferece. Com o desenvolvimento económico e populacional vigente em alguns países economicamente emergentes, o mundo, na globalidade, afasta-se do desenvolvimento sustentável (Valente, 2011). Assim se constrói um ciclo onde o ser humano tem parte integrante pois ataca os recursos com a consequente repercussão no ambiente que, por sua vez, se reflete, na qualidade de vida e saúde.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), cerca de 24% das doenças e 23% do total de óbitos no Mundo, são devidos a causas ambientais. Dentro das doenças associadas a problemas ambientais, tais como a poluição da água e poluição atmosférica, as mais comuns são a diarreia, infeções respiratórias superiores, outras doenças não intencionais decorrentes de riscos presentes no local de trabalho, exposição a radiações e acidentes industriais, e malária (Pruss-Ustun e Corvalán, 2006). Importa então conhecer melhor estes problemas ambientais identificando ferramentas e estratégias que aproximem a humanidade da linha de um desenvolvimento que satisfaça as necessidades atuais sem comprometer as necessidades de gerações futuras – o desenvolvimento sustentável.

Uma atmosfera de boa qualidade é um requisito básico de saúde e bem-estar. No entanto, a poluição atmosférica continua a representar uma ameaça significativa para a saúde mundial. A OMS estima que mais de dois milhões de óbitos por ano se devem à poluição atmosférica (WHO, 2006). A poluição atmosférica está associada à contaminação do ar ambiente interior ou exterior por agentes químicos, físicos ou biológicos que modificam as características naturais dessa mesma atmosfera. A presença destes agentes ou energia numa massa de ar pode ter uma ação nociva suscetível de por em risco, não só a saúde humana, como os ecossistemas, recursos biológicos e bens materiais. Os poluentes atmosféricos mais importantes são o dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de azoto (NO_x), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), ozono (O₃), metais pesados, compostos orgânicos voláteis (COV) e partículas em suspensão, sendo estas ultimas as principais causadoras de problemas de saúde principalmente nas populações residentes em cidades. Desde que foi definida como uma preocupação, a temática da poluição atmosférica tem sofrido grandes avanços no que diz respeito à gestão do recurso ar. Com o desenvolvimento do sector industrial tornou-se indispensável a regulamentação e imposição, em instrumentos legislativos, de valores

limite para as emissões em chaminés resultantes dos processos associados às atividades dessas mesmas indústrias. Estas fontes estacionárias foram, ao longo dos anos, e cada vez mais frequentemente, submetidas a amostragens com o objetivo de quantificar as suas emissões e confrontar esses valores com os valores impostos legalmente. No entanto, os poluentes neste tipo de fontes, conjugados com a altura da chaminé onde são emitidos, e diversos fenómenos como por exemplo o vento, gradiente de temperatura e circulação da atmosfera, são alvo de dispersão. Como resultado desta circulação atmosférica a poluição atmosférica tem efeito a diferentes escalas temporais e espaciais. São estas a escala global, escala regional/transfronteiriça, mesoescala e escala local.

Para regular o efeito de, sobretudo, emissões associadas aos processos industriais e ao tráfego rodoviário, foram criados, a nível mundial, instrumentos legais contendo normas que permitam preservar a qualidade do ar quando esta é boa e melhorá-la nas outras situações. Estas estabelecem os objetivos de qualidade do ar tendo em conta as orientações de diversas organizações. Hoje em dia, e com a publicação por parte da OMS dos seus valores guias de referência respeitantes à qualidade do ar, caminha-se para o estudo da poluição atmosférica a uma escala ainda mais reduzida – a escala individual. Este é o estudo desde a mesoescala até à dose, ou seja, avaliar qual o efeito dos níveis de poluição no ar ambiente num indivíduo ou grupo de indivíduos (Valente, 2011).

A poluição atmosférica e seu estudo têm sido muito direcionados para a poluição do ambiente exterior importando, assim, caracterizar, avaliar e gerir a qualidade do ar exterior.

2. Estado da arte

A gestão da qualidade do ar tem como objetivo a proteção da atmosfera e consequentemente promover melhorias na qualidade do ar que se reflitam na saúde pública, bem-estar e qualidade de vida da população. Como forma de atingir estas metas, a gestão da qualidade do ar deve definir uma política para este recurso e escolher os objetivos e meios que a permitam pôr em prática. Assim, a avaliação e gestão do recurso ar dependem da aplicação de instrumentos legais que permitam a definição de objetivos para a qualidade do ar, a identificação de métodos comuns de avaliação do ar e a divulgação de informação sobre qualidade do ar.

Ao longo da história da humanidade a legislação, no que toca a poluição atmosférica, foi sendo revista e adaptada de acordo com os problemas ambientais. No ano de 1306, o Rei Eduardo I, de Inglaterra mandara publicar uma lei que proibiu a queima de carvão em fornos artesanais devido aos maus cheiros e fumos provocados. Séculos mais tarde, e pelas mesmas razões, a Rainha Elizabete I proibiu a queima de carvão em Londres enquanto decorriam sessões no parlamento (EPA, 2010). Mas, a partir do fim do séc. XVIII, o início da revolução industrial e a massiva utilização do carvão, levaram a que a libertação de poluentes para a atmosfera se tornasse um problema recorrente nas grandes cidades (Azevedo, 2005). A 15 de Outubro de 1810, já iniciada a revolução industrial, Napoleão decretava em França as primeiras medidas tomadas em relação à degradação da qualidade do ar (Cruz, 1982). A primeira legislação portuguesa, relativa à proteção da saúde pública, contra a poluição atmosférica foi publicada em decreto por ordem do Rei D. Pedro V em meados do séc. XIX.

Com o passar dos anos a degradação da qualidade do ar foi aumentando, não sendo ainda, reconhecida como uma ameaça para a saúde pública. No fim do séc. XIX e inícios do séc. XX começaram a surgir portarias e regulamentos de controlo do fumo no ar, o agora conhecido por *Smog*. Pode-se dizer que os modernos instrumentos legais tiveram como base e evoluíram a partir destes longínquos decretos (EPA, 2010). No entanto, por esta altura, a poluição atmosférica continuava a não ser reconhecida como um problema grave. Até que em 1952 uma inversão de temperatura que durou 5 dias, deixou Londres exposta a concentrações elevadas de aerossóis, tendo como resultado mais de 4000 óbitos. A partir desta data mais esforços foram feitos por parte de diversas entidades para combater a poluição do ar e melhorar a sua qualidade.

Um marco importante nesta temática, e que em muito ajudou ao desenvolvimento de novas e melhores leis de qualidade do ar, ocorreu em 1970 pelas mãos do presidente americano Richard Nixon, aquando da formação da EPA (*Environmental Protection*

Agency). Começaram a surgir, e a ser implementadas pelos diversos governos, as primeiras normas de qualidade do ar.

Não menos importante, entre as mencionadas, tem sido a crescente preocupação, tanto da União Europeia (UE) como de outras organizações internacionais, relativa às questões relacionadas com a qualidade do ar. As partes interessadas – *stakeholders* - têm sido envolvidas de uma forma mais técnica através do crescente acesso a informação e dados (Williams, 2004).

As primeiras políticas comunitárias, que datam da década de 1970, centravam-se na definição e legislação de normas de qualidade do ar e de emissões. No entanto, apesar de algumas melhorias da qualidade do ar verificadas, surgiram dificuldades no que respeita à aplicação, equidade, eficiência e eficácia ambiental das políticas, bem como ao nível da harmonização e de difusão da informação (Longhurst *et al.*, 2000).

No início dos anos 70, estudos realizados pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), concluíram que as chuvas ácidas, que na altura precipitavam na Escandinávia, poderiam ter origem em emissões provenientes do centro da Europa. A problemática da poluição atmosférica foi transposta para uma escala geográfica mais abrangente. Todo este trabalho da OCDE foi aproveitado pela Comissão Económica das Nações Unidas para a Europa (UNECE) com o objetivo da realização, em 1979, da Convenção sobre a Poluição do Ar Transfronteiriça de Longa Distância (CLRTAP) (Williams, 2004). A CLRTAP teve como principal foco a proteção do ambiente, mais especificamente, criando um enquadramento legal que permitisse a redução do impacto da poluição atmosférica, iniciando, também, um processo de negociação de medidas concretas, através de protocolos, para controlar emissões de poluentes atmosféricos (Syrovatka *et al.*, 2001). Esta convenção comporta um total de oito protocolos sendo um dos mais importantes o Protocolo EMEP – *European Monitoring and Evaluation Programme* que data de 1984. Este último foi criado com o objetivo de fornecer, às partes interessadas, informações científicas qualificadas e serviu como mote para mais uma evolução das políticas relacionadas com a poluição atmosférica. Com a disponibilidade de dados técnicos baseados numa ciência qualificada, aberta e transparente foi dado mais um passo para tornar as políticas cada vez mais claras (Williams, 2004).

A partir da década de 1990, a legislação de qualidade do ar deixou de assentar numa abordagem de comando e controlo para se basear numa abordagem integrada, promovendo a eficácia e eficiência ambiental das medidas e o alcance de objetivos a longo prazo para uma qualidade do ar aceitável (Kraft, 1998). As ações a desenvolver passaram a ser definidas numa perspetiva de desenvolvimento sustentável, tendo em

consideração as principais causas dos problemas de qualidade do ar e a sua relação com as atividades ambientais, sociais e económicas (Kraft, 1998). Neste contexto, muitos países e organizações internacionais, como a EPA, a OMS, a Comissão Europeia (CE) através da Diretiva-Quadro da Qualidade do Ar, etc., publicaram as suas próprias normas para este propósito (Lim *et al.*, 2005).

A UE dispõe, atualmente de uma legislação sólida e que estabelece o mesmo nível de exigência para todos os Estados-Membros (EM). Esta ação, baseada numa abordagem vertical e sectorial aos problemas ecológicos, teve início em 1972 e culminou com o Sexto Programa de Ação em Matéria de Ambiente 2001-2010 (6º PAA) (Ferreira, 2007). O 6º PAA definiu uma série de ações com o objetivo de combater problemas ambientais em quatro áreas distintas: alterações climáticas, natureza e biodiversidade, ambiente e saúde e, por fim, gestão dos recursos naturais e dos resíduos. É no domínio ambiente e saúde que as questões relacionadas com a qualidade do ar são abordadas. Através de uma estratégia temática em matéria de qualidade do ar proceder-se-á ao acompanhamento da eficácia das normas existentes e à identificação de lacunas e prioridades para ações futuras (COM(2001)31 final).

A par do 6º PAA, a Comissão Europeia preparou estratégias temáticas com o propósito de permitir uma abordagem global de questões ambientais importantes, que se caracterizam pela diversidade das partes envolvidas, complexidade e necessidade de soluções inovadoras. Estas estratégias representam uma nova geração de política ambiental e pretendem definir objetivos ambientais mais transparentes, numa perspetiva alargada a 2020, conduzindo a um quadro político estável. Entre estas destaca-se a Estratégia Temática em matéria de Qualidade do Ar - CAFE (Clean Air For Europe) (Ferreira, 2007).

O programa CAFE, em vigor desde 2001, tem como objetivo o desenvolvimento de uma política estratégica e integrada a longo prazo para proteger a saúde humana e o ambiente dos efeitos da poluição atmosférica. Esta política visa um elevado nível de proteção do ambiente com base no princípio de precaução, tendo em conta os melhores dados científicos e técnicos disponíveis e os custos benefícios da ação ou inação. Esta política estratégica deve envolver (COM(2001)245 final):

- uma análise da aplicação das diretivas relativas à qualidade do ar e da eficácia dos programas neste domínio, nos EM;
- uma melhor monitorização da qualidade do ar e do fornecimento de informações ao público;

- as prioridades para ações futuras, a análise e a atualização dos limiares de qualidade do ar e dos valores máximos de emissão nacionais, e o desenvolvimento de melhores sistemas de recolha de informações, modelização e previsão.

O CAFE considera pertinente a adoção de medidas necessárias, a nível europeu, a fim de satisfazer objetivos ambiciosos de proteção do ambiente e saúde humana relativamente aos possíveis impactos negativos decorrentes da poluição atmosférica.

A par de todas estas estratégias e programas, nas últimas décadas a UE, por intermédio da CE, tem dedicado um grande esforço à definição de instrumentos de controlo e mitigação da poluição atmosférica com o objetivo de harmonizar a legislação de qualidade do ar entre os EM. É neste contexto que surgem as Diretivas Comunitárias. A primeira Diretiva relativa à temática da qualidade do ar foi acordada em 1980 e lidava com matéria particulada e dióxido de enxofre. Foi o primeiro documento que levou em linha de conta os avanços da medicina e da ciência da altura, desempenhando portanto um papel importante na medida em que influenciou as atitudes do público face aos problemas da poluição atmosférica e, conseqüentemente as políticas daí em diante. Além de tudo isto, esta diretiva representa um marco histórico na legislação europeia de qualidade do ar, por ser a primeira a reconhecer explicitamente que o conceito de valor limite deve ser aplicado apenas a populações que estão expostas a um determinado período de tempo suficiente para que efeitos adversos possam ocorrer (Williams, 2004). A partir daqui a legislação comunitária evoluiu até que, em 1996 o enquadramento básico para a qualidade do ar foi estabelecido na Diretiva-Quadro 96/62/CE relativa à avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente. Esta estabelece que os EM elaborem planos de ação para as zonas e aglomerações onde sejam ultrapassados os valores limite. Os valores limite ou alvo foram definidos em quatro diretivas subordinadas. Estas últimas são relativas a partículas, O₃, NO_x, NO₂, SO₂, CO, benzeno, Pb, metais pesados e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH). As quatro diretivas, vulgarmente designadas por diretivas-filhas, foram, então publicadas:

- Diretiva 1999/30/CE – Diretiva do Conselho de 22 de Abril de 1999, relativa a valores limite para o dióxido de enxofre, dióxido de azoto e óxidos de azoto, partículas em suspensão e chumbo no ar ambiente;

- Diretiva 2000/69/CE – Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Novembro de 2000, relativa a valores limite para o benzeno e o monóxido de carbono no ar ambiente;
- Diretiva 2002/3/CE – Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho de 12 de Fevereiro de 2002, relativa ao ozono no ar ambiente;
- Diretiva 2004/107/CE – Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho de 15 de Dezembro de 2004, relativa ao arsénio, ao cádmio, ao mercúrio, ao níquel e aos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos no ar ambiente.

Apesar da evolução significativa das políticas, a poluição atmosférica continua a manifestar-se e a ter repercussões graves. Neste contexto, o 6º PAA previa a definição de uma estratégia com o objetivo de atingir níveis de qualidade do ar que não impliquem efeitos negativos nem riscos significativos para a saúde humana e ambiente. Para cumprir estes objetivos, e na sequência do programa CAFE, a CE examinou em que medida a legislação atual é suficiente face a estes mesmos objetivos. A análise, realizada com base nas melhores informações científicas disponíveis mostrou que, mesmo aplicando a legislação atual de forma efetiva, a poluição atmosférica continuaria a ter efeitos negativos significativos. Surge então, em 2005, a Estratégia temática sobre a poluição atmosférica com o objetivo de simplificar e melhorar o ambiente regulador. Parte desta estratégia passa por (COM(2005)446 final):

- simplificar as disposições vigentes e fundir cinco instrumentos jurídicos numa só diretiva;
- introduzir novas normas de qualidade do ar para as partículas (PM_{2,5}) na atmosfera.

Para cumprimento destas partes foi proposta a elaboração de uma nova Diretiva-Quadro que combina a diretiva-quadro já existente (Diretiva-Quadro 96/62/CE), a primeira, segunda e terceira diretivas-filhas (Diretiva 1999/30/CE, Diretiva 2000/69/CE e Diretiva 2002/3/CE respetivamente) e a decisão relativa ao intercâmbio de informações (Decisão 97/101/CE) (COM(2005)447 final). Desta proposta saiu a Diretiva-Quadro 2008/50/CE de 21 de Maio de 2008 relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa. Esta clarifica e simplifica a legislação existente, revoga as disposições obsoletas, moderniza as exigências em matéria de transmissão das informações e relatórios e introduz novas normas sobre partículas finas (COM(2005)446 final).

Portugal, como EM da União Europeia, rege-se pelas normas e leis estabelecidas pela Comissão Europeia. Desta forma, o quadro legislativo nacional é baseado na obrigação de transposição para o direito interno dos documentos legislados pela comunidade.

Um ano após a entrada de Portugal na então Comunidade Europeia, é aprovada a Lei de Bases do Ambiente, Lei nº 11/87, de 7 de Abril que define as bases da política para o ambiente no país. Três anos volvidos o Decreto-Lei 352/90, de 9 de Novembro, estabelecia o regime de proteção e controlo da qualidade do ar. No entanto, apenas em 1993, com a publicação da Portaria nº 286/93 de 12 de Março, foram definidos os primeiros valores limite e valores guia transpostos das diretivas comunitárias até então existentes.

A primeira diretiva-quadro, Diretiva-Quadro 96/62/CE, foi transposta para ordem jurídica nacional pelo Decreto-Lei 276/99 de 23 de Junho, relativo à avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente. Consequentemente as diretivas-filhas foram sendo, também elas transpostas para o direito interno, dando origem a um conjunto de decretos-lei que foram revogando a Portaria nº 286/93 (Ferreira, 2007).

A revisão da legislação nacional, incluindo análises de instrumentos legais de outros países da Europa (Rodrigues *et al.*, 2004; Coutinho *et al.*, 2006) facilitou a reestruturação do quadro normativo tanto em matéria de emissões como qualidade do ar. Como foi referido, atualmente, e no que compete aos países europeus, toda a legislação comunitária foi revista com o objetivo de incorporar os últimos progressos científicos e técnicos, tendo sido publicada a Diretiva 2008/50/CE, de 21 de Maio, relativa à qualidade do ar ambiente. Esta Diretiva foi transposta para a ordem jurídica nacional pelo Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de Setembro que estabelece os objetivos de qualidade do ar tendo em conta as normas, orientações e programas da OMS, destinados a evitar, prevenir ou reduzir a poluição atmosférica (APA, 2013).

Posto isto, e atendendo à crescente preocupação mundial no que concerne à gestão e avaliação da qualidade do ar, existe uma diversidade tal de documentos legais vigentes em inúmeros países, que justifica a sua compilação em forma de normas quantificáveis de qualidade do ar e a correspondente publicação em formato de página web.

A CE, através do Eurostat, tem publicada uma base de dados na temática das emissões de gases com efeito de estufa onde é possível comparar, entre os países do espaço europeu, o total de emissões destes gases ao longo dos últimos anos (Eurostat, 2012a). Além desta, existe também uma base de dados do Eurostat na temática da

poluição atmosférica, onde é possível comparar, por setor, as emissões para a atmosfera de óxidos de enxofre, óxidos de azoto, amónia, compostos orgânicos voláteis não-metânicos e partículas com um diâmetro inferior a 10 µm (Eurostat, 2012b). Este tipo de dados, e muitos outros de índole ambiental, são disponibilizados pela EEA (*European Environment Agency*). No que diz respeito ao objeto de estudo deste projeto, ou seja, legislação de qualidade do ar, existem várias fontes onde se podem encontrar bases de dados contendo documentos legais nesta temática.

De uma forma mais abrangente, o site ECOLEX, é um serviço de informação gerido conjuntamente pela *Food and Agriculture Organization* (FAO), *United Nations Environment Programme* (UNEP) e *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) que tem como objetivo juntar toda a legislação ambiental a nível mundial numa página web (Ecolex, s/d). Nesta plataforma é possível encontrar legislação de qualidade do ar publicada por diversos países. No entanto, esta informação não existe, no ECOLEX, para todos os países e, nos que existe, pode nem sempre estar atualizada.

Na Europa, e centrando-nos na legislação de qualidade do ar, a União Europeia dispõe de uma página web em que faz referência aos documentos legais que fazem a transposição da Diretiva 2008/50/CE, de 21 de Maio, relativa à qualidade do ar ambiente para a ordem jurídica dos diferentes EM (EUR-Lex, 2013). Para o caso concreto de Portugal, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) disponibiliza uma página inteiramente dedicada à qualidade do ar ambiente, onde se podem consultar os diferentes decretos que gerem esta matéria (APA, 2013).

Atualmente não existe nenhuma ferramenta que compile e permita a comparação, através de uma base de dados, de normas de qualidade do ar publicadas pelos mais diversos países. Neste projeto, estas normas serão apresentadas de forma quantificável, isto é, será disponibilizado o valor numérico da norma dispensando a consulta do documento legal e será possível a comparabilidade destes valores entre os diversos países, estando aqui vincada a diferença para as ferramentas anteriormente referidas.

3. Objetivos e metodologia

Como referiu Lim et *al.* (2005), diversos países e organizações internacionais têm já publicadas as suas normas de qualidade do ar. Estas são, de uma forma geral, apresentadas em instrumentos legislativos lançados pelos governos dos países em forma de decretos, regulamentos ou outros documentos que tenham ordem jurídica. Importa, desta forma, conhecer e identificar a diversidade de instrumentos e guias de referência existentes dentro e fora do espaço europeu, na temática da qualidade do ar.

Com este estágio pretende-se analisar as normas de qualidade do ar dos diversos instrumentos legais vigentes nos diferentes países. Estas normas de qualidade do ar serão compiladas numa base de dados que posteriormente será disponibilizada em plataforma web, facilitando o acesso a este tipo de informação bem como a comparação, destas mesmas normas, entre os diversos países. Desta forma se explica a importância deste trabalho na medida em que não existe, atualmente, nenhuma ferramenta do tipo que permita o acesso compilado a este tipo de normas, dispensando assim, a consulta dos diferentes documentos legais onde estas estão previstas.

Tendo presentes os objetivos do estágio a metodologia seguida envolveu as seguintes tarefas:

- Pesquisa de normas de qualidade do ar emitidas por grandes instituições mundiais (EPA, OMS, Comissão Europeia) que sirvam de referência e como termo de comparação;
- Pesquisa de legislação de qualidade do ar vigente nos diversos países;
- Compilação, e análise comparativa de dados de qualidade do ar;
- Pesquisa e seleção de modelo web que melhor se adeque ao tipo e forma como será apresentada a informação em site;
- Criação da base de dados recorrendo ao MySQL;
- Desenvolvimento da página web.

4. Justificação do projeto

O presente estágio teve lugar na associação científica e técnica sem fins lucrativos IDAD – Instituto do Ambiente e Desenvolvimento. O IDAD atua ao nível do apoio integrado às necessidades ambientais do mundo das empresas e as principais áreas de atuação são poluição atmosférica, impacte e monitorização ambiental e sustentabilidade. Desde que consolidou a sua presença na área do ambiente, o IDAD apostou forte na temática da poluição atmosférica sendo hoje uma das suas principais áreas de atuação. Fruto deste investimento, o IDAD é, atualmente, uma empresa altamente qualificada a nível de recursos humanos, metodologias e equipamentos que possam prevenir, monitorizar e resolver problemas de poluição atmosférica. Ao concluir 20 anos de experiência, o IDAD goza de grande credibilidade estando presente em trabalhos e projetos tanto de norte a sul de Portugal como no estrangeiro.

Relacionado contratualmente com diversos organismos, municípios, associações, empresas e universidades de todo o país, o IDAD pretende, com este projeto potenciar estas mesmas relações e deixar, uma vez mais, a sua marca na área do ambiente. Mas não só o IDAD beneficia, pois esta ferramenta, em formato web, pode tornar-se um instrumento bastante útil também na perspetiva dos clientes. Será mais fácil e intuitivo para empresas e entidades interessadas tomarem conhecimento das normas de qualidade do ar para cada país, sendo ainda possível efetuar a comparação entre eles. Finda esta análise por parte de diversas entidades tais como empresas, indústrias, autarquias e governos, esta ferramenta permite apurar o cumprimento ou não das normas de qualidade do ar legalmente previstas. No caso de não haver conformidade em relação a estas normas, estas mesmas entidades podem recorrer ao apoio do IDAD que lhes proporcionará as melhores soluções de inovação ambiental através da aplicação de conhecimento na área do ambiente e desenvolvimento sustentável. Além de todas as entidades supracitadas, esta plataforma web pode também ser útil ao público em geral, com curiosidade na temática da qualidade do ar, e ser uma ferramenta adicional na formação de estudantes de engenharia, mais concretamente na área das ciências e engenharia do ambiente.

Numa altura de extrema dificuldade económica e social é necessário encontrar as melhores estratégias que permitam às empresas a consolidação das relações existentes e a criação de novos contactos. É neste aspeto que se insere este trabalho – mais uma estratégia. Mas o IDAD quer mais e, aliada a esta ambição, está, como foi supracitado, a atual conjuntura económica do país que torna cada vez mais difícil a sobrevivência de todo o tipo de empresas. Surge e urge a necessidade de internacionalização.

Fica assim justificada a importância deste estágio com a concretização de uma página web com o selo IDAD onde se pretende colocar a instituição na montra mundial e fortificar os laços nacionais no que diz respeito ao ambiente, neste caso concreto, à poluição atmosférica e, na melhor das hipóteses receber contactos para possíveis colaborações.

5. Estrutura da base de dados

Uma base de dados (BD) é, por definição, um repositório de informações que se relacionam entre si de modo a traçar um sentido que culmine num determinado objetivo. Estas informações são geridas usando um Sistema de Gestão de Bases de Dados (SGBD) que permite definir, consultar e manipular toda a informação.

Para este trabalho, o software usado como SGBD foi o MySQL. O MySQL permite a gestão eficaz de uma BD recorrendo à linguagem SQL (Structured Query Language). Este tipo de linguagem fornece as informações necessárias para a interface com a aplicação que, por sua vez, recorre a linguagens C, C++, PHP, etc. O MySQL é especialmente eficaz quando acompanhado da linguagem PHP, sendo, por isso, esta combinação a escolhida para permitir alcançar os objetivos do trabalho. Neste caso a interpretação da BD é dada por intermédio de uma aplicação, isto é, o MySQL apenas compila e manipula todos os dados inseridos nas diversas tabelas não fazendo a relação entre as mesmas. Para isso é necessária uma aplicação que extraia os dados pretendidos, recorrendo à linguagem de programação PHP, e os apresente numa plataforma web.

Tendo em conta os objetivos a alcançar, a BD foi dividida em sete parâmetros. Estes parâmetros foram definidos tendo em conta a perspetiva do utilizador final, tentando otimizar e facilitar a consulta da informação. Posto isto, a base de dados é constituída pelos seguintes:

- Continente;
- País;
- Poluente;
- Base temporal;
- Unidade;
- Valor;
- Definição.

Para cada um dos referidos acima foi criada uma tabela com todos os dados inerentes a esse mesmo parâmetro. É entre estas tabelas que é feita a relação de dados que será apresentada posteriormente do lado da aplicação web. Esta relação processa-se através de IDs, que mais não são que uma identificação de cada nome contido nos diversos parâmetros. Para melhor compreensão, e tomando como exemplo o parâmetro

‘Continente’, é apresentada na Tabela 1 a disposição da informação.

Tabela 1: Estrutura do parâmetro Continente a aplicar na base de dados.

Continente	
ID	Nome
0	Europa
1	Ásia
2	África
3	América
4	Oceânia

5.1 Continente

Como supracitado, a estrutura da BD foi pensada com o objetivo de proporcionar uma série de funcionalidades que facilitem a consulta da informação. Pretende-se, então, uma BD o mais completa possível e, sobretudo bem estruturada de forma a que a consulta da informação nela contida seja o mais funcional possível.

O parâmetro ‘Continente’ surge com o propósito de permitir, através de funções a aplicar na plataforma web, a comparação de normas de qualidade do ar por continentes. Desta forma, será possível escolher um continente e consultar as normas de qualidade do ar para os países associados ao mesmo, ou escolher dois ou mais fazendo uma pesquisa mais abrangente. Os continentes selecionados foram Europa, Ásia, África, América e Oceânia.

5.2. País

Na mesma lógica do parâmetro anterior e, estando este trabalho assente na pesquisa de legislação de qualidade do ar dos diversos países, foram compilados, na BD, 194 países.

Neste parâmetro foi necessário relacionar, através dos IDs, todos os países com o respetivo continente como mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Estrutura do parâmetro País a aplicar na base de dados.

País		
ID	Nome	ID_Continente
0	Portugal	0
1	Austrália	4
2	Estados Unidos	3
3	China	1
4	África do Sul	2

5.3. Poluente

Os poluentes mais importantes na avaliação e gestão da qualidade do ar estão, hoje em dia, bem definidos e são comuns à maior parte da legislação publicada pelos diversos países. Por esta razão e, também por serem definidos pelas grandes instituições mundiais (EPA, OMS, Comissão Europeia), os poluentes selecionados para a BD foram as partículas em suspensão com diâmetro inferior a 2,5 μm (PM_{2,5}), partículas em suspensão com diâmetro inferior a 10 μm (PM₁₀), ozono (O₃), dióxido de azoto (NO₂), dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO), benzeno, chumbo (Pb), arsénio (As), cádmio (Cd), níquel (Ni) e benzo(a)pireno. Adicionalmente foram compilados na base de dados outros poluentes, não tão comuns na avaliação e gestão da qualidade do ar, mas que são importantes para perceber algumas diferenças e situações especiais entre países. Estes poluentes são o amoníaco (NH₃), sulfureto de hidrogénio (H₂S), cloreto de hidrogénio (HCl), fluoreto de hidrogénio (HF), crómio (Cr), manganês (Mn), vanádio (Va), mercúrio (Hg), zinco (Zn) e partículas totais em suspensão (PTS).

5.4. Base temporal

Este parâmetro define os espaços temporais a que se referem os valores das concentrações no ambiente dos diferentes poluentes e dele constam 16 entradas.

5.5. Unidade

Onde é definida a unidade em que vêm expressos as normas de qualidade do ar. Tipicamente, estas são apresentadas em $\mu\text{g.m}^{-3}$ ou ppm. Dele constam 8 entradas.

5.6. Valor

Aqui são agrupados os valores numéricos correspondentes às normas de

qualidade do ar. A cada valor está associado um país, um poluente, uma base temporal, uma unidade e uma definição. Esta relação é feita, tal como entre os continentes e países, por intermédio dos IDs de cada parâmetro e dela resultam 2222 resultados como entradas na BD.

5.7. Definição

Neste parâmetro, constituído por 86 entradas, define-se qual o tipo de valor a que se refere a respetiva norma de qualidade do ar. É nesta tipologia que está baseada a diversidade de normas de qualidade do ar presentes nos diversos documentos legais encontrados.

Na Europa, por estar praticamente toda abrangida pela Diretiva 2008/50/CE, não existe grande diferença, entre os diversos países deste espaço geográfico, na tipologia das normas de qualidade do ar. É possível encontrar, como definição, valores limite, valores alvo e objetivos a longo prazo para a proteção da saúde humana. A proteção da vegetação também está acautelada com a definição de valores limite para o NO₂ e SO₂ e objetivos a longo prazo para o O₃. Além destes, a maioria dos países europeus, define também limiares de informação e alerta.

Fora do espaço europeu, estas duas últimas tipologias são usadas em países da América e África. A distinção entre tipologias referentes à proteção da saúde humana e proteção da vegetação não é feita fora da Europa. Na maioria destes países a tipologia usada é simplesmente 'norma de qualidade do ar'. Ainda assim existem alguns países, na África e Ásia, que definem tipologias de normas de qualidade do ar tendo em conta a área de aplicação. Tomando como exemplo o Butão, a sua legislação define normas de qualidade do ar a ser aplicadas em áreas industriais, residenciais ou comerciais e áreas onde os alvos podem ser mais sensíveis aos efeitos da degradação da qualidade do ar, como por exemplo áreas hospitalares, escolares e áreas onde ocorrem ecossistemas sensíveis.

Na Tabela 3 é apresentado um exemplo da articulação da BD com normas de Portugal e Estados Unidos Da América.

Tabela 3: Exemplo da articulação da BD.

Continente	País	Poluente	Base temporal	Unidade	Valor	Definição
Europa	Portugal	PM10	Um dia	$\mu\text{g.m}^{-3}$	50	Valor limite para a proteção da saúde humana
América	Estados Unidos	O3	Oito horas	ppm	0,075	Norma primária e secundária

A Figura 1 explica, em formato esquemático, todas as relações necessárias para o bom funcionamento da base de dados, tendo em conta os objetivos do projeto.

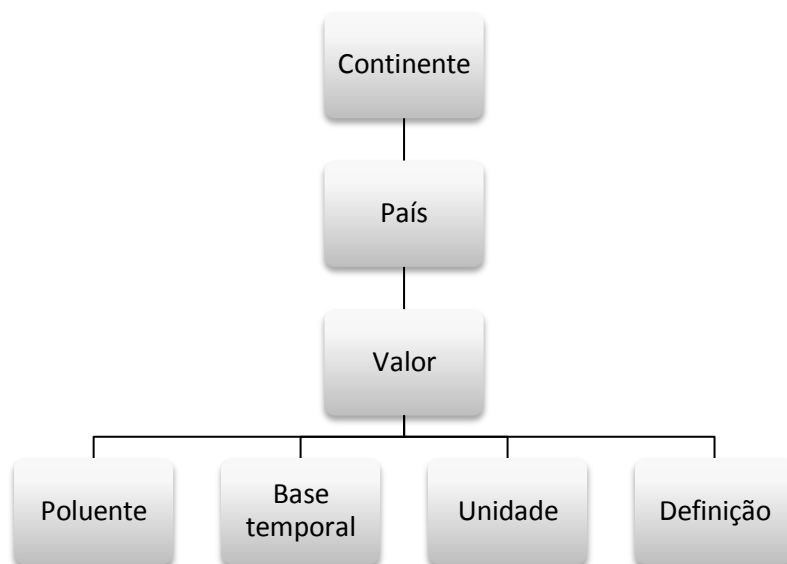


Figura 1: Esquema da base de dados.

6. Estrutura do site

Como foi supracitado, a linguagem SQL permite a criação de uma base de dados que fornece as informações necessárias para o desenvolvimento de uma plataforma web. A interface gráfica destas informações só é possível recorrendo a uma aplicação que, por sua vez, recorre a linguagens C, C++, PHP, etc. Neste trabalho foi escolhida a linguagem de programação PHP para extrair das diversas tabelas todos os dados obtidos referentes a legislação de qualidade do ar.

A partir desta fase importa desenvolver uma plataforma web que permita um acesso fácil e funcional às diferentes normas de qualidade do ar publicadas nos diversos países. O desenvolvimento do site recorreu a linguagens de programação HTML, CSS e JQuery.

Tendo em conta o objetivo estratégico que esta plataforma web terá na perspetiva do Instituto do Ambiente e Desenvolvimento – IDAD, importa a criação de um conceito gráfico apelativo que pretende colocar o IDAD na retina de toda uma comunidade interessada nas questões relacionadas com a qualidade do ar. Para isso, e pelo facto de o projeto ter por base a legislação de qualidade do ar, foi desenvolvido o conceito AirLex – Worldwide Air Quality Legislation. Na Figura 2 está representado o logotipo associado ao conceito que será usado tanto no site como noutras possíveis ações de divulgação/apresentação do mesmo.



Figura 2: Logotipo do conceito AirLex – Worldwide Air Quality Legislation.

A plataforma web, daqui em diante designada por AirLex (Figura 3), terá como principais valências duas ferramentas distintas (AirLex, 2013).



Figura 3: Página inicial do AirLex – <http://airlex.web.ua.pt/>.

Uma delas permitirá, de forma simples, consultar toda a base de dados previamente construída. Será dada a hipótese ao utilizador de escolher o país ou conjunto de países para os quais pretende visualizar normas de qualidade do ar e, desta forma, comparar estas mesmas normas entre os diferentes países. A informação será apresentada em tabela contendo sete colunas que mais não são que os sete parâmetros definidos na base de dados.

Numa perspetiva estética e, de certa forma mais dinâmica e apelativa ao utilizador final, foi criada uma segunda ferramenta que recorre a mapas mundiais para extrair todos os dados de qualidade do ar presentes na base de dados do AirLex. De forma simplificada, através da linguagem de programação JQuery e PHP, foi possível associar as normas de qualidade do ar encontradas para os diferentes países ao espaço geográfico que cada um ocupa. Do ponto de vista do interface gráfico, com um simples movimento do rato sobre um determinado país é possível obter a informação das normas de qualidade do ar para o mesmo país. No total foram criados treze mapas. Doze deles para cada um dos poluentes considerados principais (PM10, PM2,5, O₃, NO₂, SO₂, Co,

Benzeno, Pb, As, Cd, Ni e Benzo(a)pireno) e um outro com poluentes de aplicação menos comum na avaliação e gestão da qualidade do ar, mas que são importantes para perceber algumas diferenças e situações especiais entre países (NH_3 , H_2S , HCl, HF, Cr, Mn, Va, Hg, Zn e PTS). A título de exemplo a Figura 4 mostra as normas de qualidade do ar em Portugal referentes às PM10.



Figura 4: Normas de qualidade do ar em Portugal para PM10 apresentadas com recurso à ferramenta de mapas incluída no site.

Durante este processo surgiram algumas dificuldades no que diz respeito à escolha do mapa que melhor servisse os objetivos do site. Não sendo um mapa criado de raiz, foi necessário recorrer a mapas já programados sendo que nenhum pôde corresponder à idealidade. A principal diferença, entre os diversos mapas analisados, reside no número de países presentes no mesmo. A escolha recaiu sobre este, principalmente por ter nele presentes os diversos países de língua oficial portuguesa. Adicionalmente, e em comparação com todos os outros analisados, este mapa tem também a funcionalidade de zoom. As principais lacunas deste são a ausência de países como Luxemburgo e Sudão do Sul.

Da observação da Figura 4 podem-se encontrar três cores diferentes. A verde estão sinalizados os países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar (no caso da figura para PM10). A branco estão sinalizados os países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar exceto para o poluente a que o mapa diz respeito (na figura, nos países a branco foi possível encontrar normas de qualidade do ar exceto para PM10). Sem informação disponível na base de dados do AirLex estão os países a preto.

7. Análise das normas de qualidade do ar

Nesta seção serão analisadas normas de qualidade do ar, de forma crítica e comparativa, tendo em vista o cumprimento de um dos objetivos do trabalho. Serão expostas as principais diferenças e/ou semelhanças de normas de qualidade do ar entre os países, bem como a influência que uns podem exercer noutros.

Esta análise será feita tendo como referência as normas emitidas pela Comissão Europeia, EPA e OMS apresentadas na Tabela 4.

Efetuando uma análise prévia da Tabela 4, observa-se que a Comissão Europeia é o organismo que apresenta uma política para a temática da qualidade do ar mais completa, abrangendo um maior número de poluentes em comparação com a EPA e OMS. O benzeno não é normalizado na EPA e a OMS não recomenda nenhum valor guia de referência para este poluente por o considerar carcinogénico, logo nenhuma exposição pode ser considerada segura (WHO, 2010).

Existem algumas semelhanças entre as normas de qualidade do ar definidas pela CE e os valores guia de referência recomendados pela OMS, no que concerne as PM₁₀. A EPA dispõe de uma norma de qualidade do ar menos restritiva para este poluente.

No que concerne às PM_{2,5}, pode-se afirmar que a norma de qualidade do ar, para uma base temporal referente a uma média anual apresentada pela CE, tem um valor limite bastante superior quando comparado com a recomendação da OMS e a norma da EPA.

O espaço europeu tem uma legislação de qualidade do ar, para o NO₂, igual às recomendações da OMS. Tal como para as PM₁₀, a EPA volta a desviar-se destas recomendações e apresenta uma norma mais restritiva (média horária) e outra bastante menos restritiva (média anual) em comparação com as outras duas instituições.

Não existe qualquer uniformidade entre as normas publicadas em todas as instituições de referência para SO₂. A única norma de qualidade do ar para este poluente, que permite comparação entre estes organismos é a norma definida pela CE e OMS para uma base temporal diária. Ainda assim os seus valores diferem bastante (125 µg.m⁻³ definidos pela CE e 20 µg.m⁻³ recomendados pela OMS).

O panorama do ozono e monóxido de carbono não apresenta variações significativas entre as instituições de referência.

Os metais pesados e o hidrocarboneto aromático policíclico - benzo(a)pireno são, porventura, os poluentes menos aplicados na temática da qualidade do ar. Este facto pode ser consequência de apenas a CE regulamentar normas de qualidade do ar para os mesmos.

Tabela 4: Normas de qualidade do ar estabelecidas pela CE, EPA e OMS.

	CE	EPA	OMS
PM10 [$\mu\text{g.m}^{-3}$]	50 (média diária) 40 (média anual)	150 (média diária)	50 (média diária) 20 (média anual)
PM2,5 [$\mu\text{g.m}^{-3}$]	25 (média anual)	35 (média diária) 12 (média anual)	25 (média diária) 10 (média anual)
NO ₂ [$\mu\text{g.m}^{-3}$]	200 (média horária) 40 (média anual)	191 (média horária) 101 (média anual)	200 (média horária) 40 (média anual)
SO ₂ [$\mu\text{g.m}^{-3}$]	350 (média horária) 125 (média diária)	200 (média horária)	500 (média 10 min) 20 (média diária)
O ₃ [$\mu\text{g.m}^{-3}$]	120 (média octohorária)	150 (média octohorária)	100 (média octohorária)
CO [mg.m^{-3}]	10 (média octohorária)	41 (média horária) 11 (média octohorária)	-
Benzeno [$\mu\text{g.m}^{-3}$]	5 (média anual)	-	-
Pb [$\mu\text{g.m}^{-3}$]	0,5 (média anual)	0,15 (média trimestral)	-
As [ng.m^{-3}]	6 (média anual)	-	-
Cd [ng.m^{-3}]	5 (média anual)	-	-
Ni [ng.m^{-3}]	20 (média anual)	-	-
Benzo(a)pireno [ng.m^{-3}]	1 (média anual)	-	-

Estão presentes na Tabela 4 todas as normas de qualidade do ar que serão alvo de análise e comparabilidade nas subsecções seguintes. Dentro do quadro normativo da CE, apresentado pela Diretiva-Quadro 2008/50/CE, existem ainda outras normas de qualidade do ar que, de forma a simplificar a análise, não foram tidas em conta. Importa no entanto fazer referência às duas fases previstas na diretiva-quadro referentes às PM2,5. A primeira fase diz respeito à observância do valor limite de 25 $\mu\text{g.m}^{-3}$ como média anual até 1 de Janeiro de 2015. A segunda fase tem como valor limite os 20 $\mu\text{g.m}^{-3}$ como média anual que têm de ser cumprido até 1 de Janeiro de 2020.

Para o O₃, além do valor de 120 $\mu\text{g.m}^{-3}$ como média octohorária expresso na Tabela 4, está ainda previsto um valor alvo e um objetivo a longo prazo de proteção da vegetação com base temporal entre Maio e Julho – AOT40 (18000 e 6000 ($\mu\text{g.m}^{-3}$).h respetivamente).

A diretiva-quadro define também três limiares de alerta e um limiar de informação. Os limiares de alerta são respeitantes ao NO₂ (400 $\mu\text{g.m}^{-3}$ a medir em três horas consecutivas), SO₂ (500 $\mu\text{g.m}^{-3}$ a medir em três horas consecutivas) e O₃ (240 $\mu\text{g.m}^{-3}$ como média horária). O único limiar de informação diz respeito ao O₃ (180 $\mu\text{g.m}^{-3}$ como média horária).

Estão também definidos na diretiva-quadro dois níveis críticos para a proteção da

vegetação. $20 \mu\text{g.m}^{-3}$ com base temporal entre 1 de Outubro e 31 de Março para o SO_2 e $30 \mu\text{g.m}^{-3} \text{NO}_x$ como média anual.

Além de todas estas normas de qualidade do ar, não estão expressas na Tabela 4 as excedências permitidas aos valores limite. O valor limite para as PM10 correspondente a uma média diária pode ser excedido 35 vezes por ano civil. O valor limite para o NO_2 correspondente a uma média horária pode ser excedido 18 vezes por ano civil. O valor limite para as PM10 correspondente a uma média diária pode ser excedido 35 vezes por ano civil. Os valores limite para o SO_2 correspondentes a uma média horária e média diária podem ser excedidos 24 e 3 vezes por ano civil respetivamente. Uma vez mais, esta informação não foi tida em conta como forma de simplificar a análise.

7.1. Europa

No que diz respeito à Europa, constatou-se que cerca de 80% dos países deste espaço geográfico têm transposta, para a respetiva ordem jurídica, a Diretiva-Quadro 2008/50/CE de 21 de Maio de 2008 relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa. Esta elevada percentagem permite-nos concluir que existem países que, embora não fazendo parte da União Europeia, seguem as normas legisladas por este documento da Comissão Europeia. Ainda assim há algumas exceções que apresentam desvios às normas de qualidade do ar da diretiva quadro e influências de outros organismos como por exemplo a EPA. São os casos mais flagrantes da Albânia, Arménia, Azerbaijão, Geórgia, Moldávia, Ucrânia, Rússia e Turquia.

A Diretiva-Quadro 2008/50/CE define como normas de qualidade do ar para as PM10 os valores de $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ como média diária e $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ como média anual. A OMS também publicou os seus valores guia de referência para PM10. Este valor, da OMS, para uma média diária é igual à definida pela diretiva-quadro enquanto que o valor anual é mais restritivo ($20 \mu\text{g.m}^{-3}$).

No caso da Albânia, as normas para este poluente são menos restritivas pois o valor para a média anual é de $60 \mu\text{g.m}^{-3}$ e a norma correspondente a uma média diária tem o valor de $150 \mu\text{g.m}^{-3}$. Este último é igual à norma de qualidade do ar, definida para a mesma base temporal, da EPA.

A França, além da transposição de diretiva-quadro, publicou mais três normas referentes as PM10. Estas pretendem definir os objetivos a longo prazo, limiares de informação, recomendação e alerta para o poluente.

O Liechtenstein, Malta e Suíça seguem as recomendações da Organização Mundial de Saúde. As normas de qualidade do ar adotadas por estes países são os 50

$\mu\text{g.m}^{-3}$ como média diária e $20 \mu\text{g.m}^{-3}$ como média anual.

Mais uma vez se encontram diferenças, desta feita para as $\text{PM}_{2,5}$, entre a diretiva-quadro e os valores guia de referência da OMS. A diretiva europeia apenas define normas anuais (valor alvo: $25 \mu\text{g.m}^{-3}$; valor limite: $25 \mu\text{g.m}^{-3}$ para a primeira fase até 1 de Janeiro de 2015 e $20 \mu\text{g.m}^{-3}$ para uma segunda fase até 1 de Janeiro de 2020) enquanto que a OMS, além do valor guia de referência correspondente a uma média anual ($10 \mu\text{g.m}^{-3}$), define, também, um outro para a média diária ($25 \mu\text{g.m}^{-3}$).

Relativamente à aplicação destas normas, e por este poluente estar regulamentado há relativamente pouco tempo, existem países dentro do espaço europeu que não lhe fazem referência nos diversos instrumentos legais. São exemplos disso a Arménia, Azerbaijão, Geórgia, Islândia, Liechtenstein, Malta, Moldávia, Polónia, Suíça e Ucrânia.

À semelhança do que acontece para as PM_{10} , a França volta a definir um objetivo a longo prazo para as $\text{PM}_{2,5}$ com o valor de $10 \mu\text{g.m}^{-3}$.

A Albânia e a Bielorrússia são os únicos países a definir normas para médias diárias (66 e $25 \mu\text{g.m}^{-3}$ respetivamente). A norma com a base temporal que corresponde a uma média anual tem o valor, para estes países, de $15 \mu\text{g.m}^{-3}$ afastando-se da diretiva-quadro em direção ao valor guia da OMS.

No que respeita ao O_3 , a diretiva-quadro publicou dois valores-alvo, dois objetivos a longo prazo, um limiar de alerta e um limiar de informação. A OMS tem apenas um valor guia expresso como concentração numa média octohorária – $100 \mu\text{g.m}^{-3}$. A norma correspondente, mas desta feita regulamentada pela diretiva-quadro, tem o valor de $120 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Pode-se afirmar que no caso do O_3 , a OMS não teve qualquer influência na tomada de decisão, por parte dos países europeus, aquando da definição das normas de qualidade do ar para este poluente.

A Diretiva-Quadro 2008/50/CE está transposta para a maior parte do espaço europeu exceto na Arménia, Azerbaijão, Bielorrússia, Geórgia, Moldávia e Ucrânia. Estes países não adotam nenhuma norma comunitária, optando apenas pela definição de uma norma referente a uma média diária.

As normas de qualidade do ar publicadas pela CE e pela OMS, referentes ao NO_2 , são bastante semelhantes. Ambas têm os mesmos valores para as mesmas bases

temporais ($200 \mu\text{g.m}^{-3}$ como valor horário e $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ como valor anual). No entanto, a diretiva europeia contempla duas normas adicionais: um valor limite para a proteção da vegetação ($30 \mu\text{g.m}^{-3}$) e um limiar de alerta ($400 \mu\text{g.m}^{-3}$).

Mais uma vez a Albânia apresenta-se com normas menos restritivas. $250 \mu\text{g.m}^{-3}$ referentes a uma média horária e $60 \mu\text{g.m}^{-3}$ referentes a uma média anual fazem da Albânia um dos países com um critério mais largo na aplicação de legislação de qualidade do ar. Além de tudo isto, a Albânia define ainda outro valor para o NO_2 correspondente a uma média de quatro horas ($95 \mu\text{g.m}^{-3}$).

Em sentido contrário, a Hungria, Sérvia e Suécia têm como norma para uma média horária os 100, 150 e $90 \mu\text{g.m}^{-3}$ respetivamente.

A Arménia, Azerbaijão, Bielorrússia, Geórgia, Liechtenstein, Moldávia e Ucrânia apresentam normas diárias dispensando a tradicional norma com base temporal horária que é proposta tanto pela CE como pela OMS.

O poluente SO_2 tem como normas legisladas pela diretiva-quadro dois valores limite como média horária e média diária, um limiar de alerta e um valor limite para a proteção da vegetação. Comparando estas normas com os valores guia de referência da OMS, nota-se que esta organização é mais restritiva nas questões relacionadas com o SO_2 . O valor guia correspondente à média diária é de $20 \mu\text{g.m}^{-3}$, enquanto as normas europeias definem para a mesma base temporal $125 \mu\text{g.m}^{-3}$. A OMS publica, também, uma guia que abrange uma média de 10 minutos e que tem o valor de $500 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Dentro do espaço europeu apenas a Albânia segue este conselho da OMS e adota o valor de $500 \mu\text{g.m}^{-3}$ como norma de qualidade do ar para uma média de 10 minutos.

A Áustria, Hungria e Suécia têm definidos valores limite, para uma média horária, mais baixos quando comparados com os $350 \mu\text{g.m}^{-3}$ da diretiva-quadro (200, 250, e $200 \mu\text{g.m}^{-3}$ respetivamente).

No que concerne aos valores limite como média diária, a Albânia, Áustria, Liechtenstein, Suécia e Suíça são países ainda mais restritivos em comparação com a Diretiva-Quadro 2008/50/CE. Arménia, Azerbaijão, Bielorrússia, Geórgia, Moldávia e Ucrânia fogem, uma vez mais, do âmbito da mesma diretiva sendo que, apenas a Bielorrússia define um valor superior a esta ($200 \mu\text{g.m}^{-3}$) e, todos os outros se aproximam da OMS ($50 \mu\text{g.m}^{-3}$).

Ainda no SO_2 , existem 9 países que publicaram normas de qualidade do ar referentes a médias anuais.

A norma de qualidade do ar europeia, para o CO, têm um valor de 10 mg.m^{-3} como média de oito horas. A OMS não definiu um valor guia para este poluente. A EPA, além de definir os 11 mg.m^{-3} para a base temporal de oito horas, definiu o valor de 41 mg.m^{-3} para uma média horária.

Tal como nas PM₁₀, a Albânia segue as normas do organismo americano, EPA, ao definir uma norma baseada numa média horária com o valor de 40 µg.m^{-3} . A Hungria e Islândia são os restantes países europeus que têm definidas duas normas para esta base temporal (10 e 20 mg.m^{-3} respetivamente).

No caso da Hungria, a norma de qualidade do ar para o monóxido de carbono, tendo em conta a base temporal de oito horas, tem o valor de 5 mg.m^{-3} . Portanto mais restritiva que a norma da diretiva-quadro com valor de 10 mg.m^{-3} .

Mais uma vez, o mesmo grupo de países que ainda não tem transposta a Diretiva 2008/50/CE define valores correspondentes a médias diárias e anuais com os seus valores a variar entre os 0,5 e os 8 mg.m^{-3} .

Outro dos poluentes analisados neste projeto foi o benzeno. Pode-se afirmar que a sua regulamentação é comum a nível europeu, enquanto que a EPA e a OMS não recomendam nenhum valor limite para o respetivo. A OMS reconhece o benzeno como um composto carcinogénico para os seres humanos, logo nenhum nível seguro de exposição pode ser recomendado (WHO, 2010). A diretiva europeia define o valor, para uma média anual, de 5 µg.m^{-3} como norma de qualidade do ar do benzeno.

Esta norma está transposta na legislação de praticamente todos os países do espaço europeu. A Albânia diverge, uma vez mais, da Diretiva 2008/50/CE ao definir uma norma com valor 5 µg.m^{-3} mas desta feita correspondente a uma média octohorária.

A Arménia, Azerbaijão, Bielorrússia, Moldávia e Ucrânia apenas regulamentaram normas referentes a uma base temporal diária.

A França, além dos 5 µg.m^{-3} como média anual, definiu um objetivo a longo prazo com o valor de 2 µg.m^{-3} .

A Geórgia, Liechtenstein e Suíça não têm normas de qualidade do ar relativas ao benzeno.

No que diz respeito ao chumbo (Pb), existe uma norma de qualidade do ar definida pela Comunidade Europeia através da diretiva-quadro ($0,5 \text{ µg.m}^{-3}$ como média anual) e outra recomendada pela EPA ($0,15 \text{ µg.m}^{-3}$ como média trimestral).

Apenas a Albânia, Arménia, Azerbaijão, Bielorrússia, Bósnia, Geórgia, e Ucrânia

têm legisladas normas correspondentes a uma média diária. Todos os outros países europeus têm normas de qualidade do ar para o Pb baseadas numa média anual.

A França define um objetivo a longo prazo com o valor de $0,25 \mu\text{g.m}^{-3}$. A Hungria e a Islândia vão além da Diretiva 2008/50/CE sendo que definiram valores ainda mais apertados para este poluente ($0,3$ e $0,4 \mu\text{g.m}^{-3}$ respetivamente e ambos como média anual).

O único país que não revelou preocupação, face aos possíveis problemas causados pela presença de Pb no ar ambiente, foi a Moldávia pois não legislou nenhuma norma correspondente.

Os metais pesados As, Cd e Ni e o hidrocarboneto aromático policíclico benzo(a)pireno são, provavelmente, os poluentes de menor aplicação na avaliação e gestão da qualidade do ar. Estes foram regulamentados no espaço europeu através da Diretiva 2004/107/CE que foi adotada apenas no ano anterior à proposta para a nova Diretiva-Quadro 2008/50/CE, não sendo, portanto integrada nesta última (COM(2005)446 final). Ainda assim a maioria dos países já definiram normas para estes poluentes. A Geórgia é a exceção, ao ser o único país europeu que não legislou nenhum valor para qualquer um destes quatro poluentes.

Segundo a Diretiva 2004/107/CE, as normas de qualidade do ar para o arsénio, cádmio, níquel e benzo(a)pireno são definidas para uma média anual e têm o valor de 6, 5, 20 e 1 ng.m^{-3} respetivamente.

Arménia, Bielorrússia, Moldávia e Ucrânia definem, para o arsénio, os 3000 ng.m^{-3} como norma correspondente a uma média diária. A Bielorrússia tem também uma norma referente a uma média anual, com o valor de 800 ng.m^{-3} a ficar distante dos 6 ng.m^{-3} definidos pela CE.

Relativamente ao cádmio, também se podem encontrar desvios à Diretiva 2004/107/CE. O Liechtenstein e a Suíça regulamentaram normas mais restritivas em comparação com a diretiva atrás referida ($1,5 \text{ ng.m}^{-3}$). Do lado oposto surge a Bielorrússia com o valor de 300 ng.m^{-3} para a mesma base temporal (média anual)

Novamente a Bielorrússia ultrapassa, desta feita para o poluente níquel, a norma definida pela CE ao fixá-la nos 1000 ng.m^{-3} .

Por fim, as normas de qualidade do ar para o benzo(a)pireno são provavelmente as mais consensuais. Todas as correspondentes a uma média anual têm o valor que está definido pela Diretiva 2004/107/CE (1 ng.m^{-3}).

7.2. Oceânia

Uma das primeiras conclusões que se podem tirar ao analisar os dados obtidos para a Oceânia é o facto de, ao contrário do que acontece na Europa, surgirem normas de qualidade do ar expressas em partes por milhão (ppm). Para a análise ser coerente, estas serão convertidas a $\mu\text{g.m}^{-3}$ definindo $T=20^{\circ}\text{C}$ e $P=1,013 \times 10^5$ Pa. Há uma relação forte entre as normas dos diferentes países, sendo que estas têm por base, tanto as recomendações da EPA como da OMS. Constata-se, também, uma total igualdade de normas de qualidade do ar entre a Nova Zelândia e Ilhas Fiji.

Outra conclusão importante reside no facto de, em comparação com a Europa, a aplicação do benzeno, metais pesados e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos ser quase nula.

As normas de qualidade do ar para as PM₁₀ têm, na Oceânia, por base as recomendações da EPA e OMS. Ambas as organizações definem normas correspondentes a médias diárias ($150 \mu\text{g.m}^{-3}$ por parte da EPA e $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ definidos pela OMS). Adicionalmente, a OMS definiu o valor guia de referência para este poluente correspondente a uma média anual com o valor de $20 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Austrália, Fiji e Nova Zelândia seguem as recomendações da OMS definindo o valor de $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ como média diária. O valor de $150 \mu\text{g.m}^{-3}$ definido pela EPA para uma média diária foi adotado pelas Ilhas Marshall e Palau. Estes dois últimos definiram, também na sua ordem jurídica, valores correspondentes a médias anuais e octohorária ($60 \mu\text{g.m}^{-3}$ e $360 \mu\text{g.m}^{-3}$).

A aplicação, na avaliação e gestão do recurso ar, das PM_{2,5} é relativamente recente. Talvez por esta razão, apenas na Austrália se encontram normas de qualidade do ar, legisladas para este poluente. Estas seguem, em traços gerais, as recomendações da OMS ($25 \mu\text{g.m}^{-3}$ como média diária e $10 \mu\text{g.m}^{-3}$ como média anual).

Na Oceânia as normas de qualidade do ar para o O₃ distanciam-se das publicadas pelas instituições de referência. Isto é, não existe nenhuma norma baseada numa média octohorária, como definem a EPA e OMS (150 e $100 \mu\text{g.m}^{-3}$ respetivamente).

A Austrália define uma norma com o valor de $0,1$ ppm (aproximadamente $200 \mu\text{g.m}^{-3}$) para uma média horária. Este país tem também uma norma correspondente a uma média de quatro horas, como o valor de $0,08$ ppm (aproximadamente $160 \mu\text{g.m}^{-3}$).

As Ilhas Marshall, Fiji, Nova Zelândia e Palau apenas têm normas para uma

média horária e todas elas mais restritivas que a homóloga da Austrália.

A recomendação da Organização Mundial de Saúde para o NO_2 tem, no que concerne à base temporal correspondente a uma média horária, o valor de $200 \mu\text{g.m}^{-3}$. As Ilhas Fiji e a Nova Zelândia seguem esta recomendação transpondo-a para a sua legislação. A Austrália, mais uma vez, é um pouco menos restritiva ao definir para a mesma norma o valor de 0,12 ppm (aproximadamente $230 \mu\text{g.m}^{-3}$).

A Austrália, Ilhas Marshall e Palau definem ainda normas correspondentes a médias anuais. No caso da Austrália, esta tem um valor de 0,03 ppm (aproximadamente $57 \mu\text{g.m}^{-3}$). Tanto as Ilhas Marshall e Palau definem os $160 \mu\text{g.m}^{-3}$ como média anual. Todas estas normas ultrapassam a recomendação da OMS ($40 \mu\text{g.m}^{-3}$).

O SO_2 parece ser o poluente que mais preocupa os estados da Oceânia. É, pelo menos, o poluente com maior número de normas. No entanto vão ser aqui evidenciadas algumas incoerências bastante grandes quando comparadas estas normas com as recomendações das instituições de referência.

Estas mesmas instituições (CE, EPA e OMS) definem normas correspondentes a médias de 10 minutos, horárias e diárias. Na Oceânia são definidas, além destas, normas com base temporal de quatro horas e anual.

A Nova Zelândia e Ilhas Fiji têm normas correspondentes a uma média horária iguais à Comissão Europeia ($350 \mu\text{g.m}^{-3}$). As primeiras diferenças surgem quando a Austrália define 0,2 ppm (aproximadamente $532 \mu\text{g.m}^{-3}$) para esta base temporal. Com uma diferença ainda mais acentuada, surgem as normas de Palau e Ilhas Marshall com a norma correspondente a uma média horária a apontar para os $1300 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Para uma média diária, a OMS sugere como valor guia de referência os $20 \mu\text{g.m}^{-3}$. No entanto, e para a mesma base temporal, surgem normas de 0,08 ppm (aproximadamente $213 \mu\text{g.m}^{-3}$) para Austrália e $365 \mu\text{g.m}^{-3}$ para as Ilhas Marshall e Palau.

O CO é o poluente mais simples de analisar neste continente. Enquanto que a OMS não recomenda qualquer valor guia para este poluente, a EPA define, como média horária, o valor de 35 ppm (aproximadamente 41mg.m^{-3}) e, como média octohorária, o valor de 9 ppm (aproximadamente 11mg.m^{-3}).

Apenas as Ilhas Marshall, e Palau definem estas duas normas. Todos os outros países apenas têm regulamentada a norma correspondente a uma média octohorária.

Todas estas normas estão em concordância com as previstas pela EPA.

Como foi referido, uma das principais conclusões a ser tirada da análise das normas de qualidade do ar vigentes nos países da Oceânia é a pequena aplicação de metais pesados na gestão do recurso em questão.

O único metal pesado regulamentado é o chumbo (Pb) e apenas o é na Austrália, onde toma um valor de $0,5 \mu\text{g.m}^{-3}$ correspondente a uma média anual.

7.3. América

Após uma primeira análise denota-se, na América, a presença de normas de qualidade do ar expressas em partes por milhão (ppm) e partes por bilião (ppb). Para a análise ser coerente, estas serão convertidas a $\mu\text{g.m}^{-3}$ definindo $T=20^{\circ}\text{C}$ e $P=1,013 \times 10^5$ Pa. Há uma enorme variedade de normas com grande parte dos países a definir valores correspondentes a metas futuras, níveis de emergência, alerta, alarme, etc. Pode-se também constatar a influência da EPA, OMS e até da Diretiva-Quadro 2008/50/CE com as Bahamas e o Equador a definir normas idênticas às propostas por esta diretiva da Comissão Europeia.

Tal como na Oceânia, a aplicação do benzeno e metais pesados nos diferentes instrumentos legais é limitada e a aplicação de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, como o benzo(a)pireno, é nula.

Como já foi referido, as Bahamas têm algumas normas fortemente influenciadas pela diretiva europeia. As normas de qualidade do ar para as PM10 refletem exatamente isso. $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ como média diária e $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ como média anual são os valores das normas para as PM10 definidas nas Bahamas e pela diretiva-quadro da CE.

O valor definido pelos Estados Unidos da América através da EPA, para a regulamentação das PM10 cifra-se nos $150 \mu\text{g.m}^{-3}$ como média diária. Para além deste país, esta norma é também aplicada na Bolívia, Brasil, Costa Rica, República Dominicana, El Salvador, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá e Perú. Ainda nesta base temporal destaca-se o Canadá, pois tem uma norma mais restritiva que os anteriores ($25 \mu\text{g.m}^{-3}$) sendo o único país que se enquadra na recomendação da OMS ($50 \mu\text{g.m}^{-3}$).

A OMS recomenda o valor de $20 \mu\text{g.m}^{-3}$ como média anual, sendo que nenhum dos países da América apresenta normas com este valor ou valores inferiores.

A Argentina não se enquadra em nenhuma destas normas pois apenas define um valor baseado numa média mensal com o valor de $150 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Pode-se afirmar que na América existe uma lacuna nos diversos instrumentos legais pois, a maior parte, não prevê a regulamentação de PM_{2,5}. São os casos da Argentina, Bahamas, Bolívia, Brasil, Costa Rica, Jamaica, México, Nicarágua e Panamá.

No sentido inverso, destaca-se mais uma vez pela positiva o Canadá, onde existe uma grande preocupação com os possíveis problemas causados por este poluente. É prova disso a definição de quatro normas de qualidade do ar para as PM_{2,5}. Duas delas para atingir em 2015 (28 $\mu\text{g.m}^{-3}$ como média diária e 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ como média anual) e outras duas ainda mais restritivas a atingir em 2020 (27 $\mu\text{g.m}^{-3}$ como média diária e 8,8 $\mu\text{g.m}^{-3}$ como média anual). Estas normas são idênticas às recomendadas pela OMS e mais restritivas que as vigentes nos Estados Unidos da América (35 $\mu\text{g.m}^{-3}$ como média diária e 12 $\mu\text{g.m}^{-3}$ como média anual).

Nos restantes países, as normas de qualidade do ar para este poluente particulado, situam-se entre os 50 e 65 $\mu\text{g.m}^{-3}$ para uma média diária e os 15 e 25 $\mu\text{g.m}^{-3}$ para uma média anual.

A OMS recomenda o valor de 100 $\mu\text{g.m}^{-3}$ como média octohorária para a norma do O₃. Para o mesmo poluente e mesma norma (base temporal de oito horas), a EPA definiu os 150 $\mu\text{g.m}^{-3}$.

Pode-se dizer que, para este continente, não existem grandes destaques pela negativa sendo que, mesmo assim, há países que não aplicam qualquer norma de base temporal octohorária preferindo regulamentar o O₃ através de normas com média horária. São estes a Argentina, Bolívia, Brasil e Jamaica.

Pela positiva, é possível destacar a Colômbia e Equador por serem os únicos a ter em conta as recomendações mais apertadas da OMS. As suas normas tomam os valores de 80 e 100 $\mu\text{g.m}^{-3}$ respetivamente.

Todos os outros países, excetuando o México, Nicarágua e Panamá, têm a sua legislação situada entre as guias de referência da OMS e as normas definidas pela EPA.

O NO₂ tem uma legislação vasta e completa na América. No entanto existem algumas normas bastantes desajustadas.

Os Estados Unidos da América, definem 100 ppb (aproximadamente 191 $\mu\text{g.m}^{-3}$) como norma de qualidade do ar correspondente a uma média horária. Para este poluente em particular, a OMS tem critérios mais largos que a EPA ao definir o valor de 200 $\mu\text{g.m}^{-3}$ para o mesmo tipo de norma.

Tomando estes valores como referência, pode-se destacar pela negativa a

Bolívia, Canadá, Chile, Costa Rica, República Dominicana, México e Nicarágua pois apresentam normas correspondentes a médias horárias a rondar os $400 \mu\text{g.m}^{-3}$. De uma forma surpreendente, não pelo país em si, mas pelo valor da norma, está a Argentina que tem definido o valor de 0,45 ppm (aproximadamente $861 \mu\text{g.m}^{-3}$) como média horária.

A EPA define também uma norma para o NO_2 com base temporal anual. Esta toma o valor de 53 ppb (aproximadamente $100 \mu\text{g.m}^{-3}$). O valor guia de referência da OMS é $40 \mu\text{g.m}^{-3}$, sendo que apenas as Bahamas, Equador e Trinidad e Tobago o definem na sua legislação. O Canadá, embora defina como aceitável a norma da EPA, aproxima-se das recomendações da OMS ao definir um nível desejável com o valor de $60 \mu\text{g.m}^{-3}$.

O Equador e Trinidad e Tobago voltam a ser um exemplo no que toca a aplicar normas de qualidade do ar baseadas na recomendação da OMS. Desta vez, são os únicos países do continente americano a seguir o valor guia de referência do SO_2 recomendado pela Organização Mundial de Saúde referente a uma base temporal de dez minutos e com o valor de $500 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Para uma média horária, a EPA define o valor de 75 ppb (aproximadamente $200 \mu\text{g.m}^{-3}$). Esta norma é pouco aplicada nos países americanos sendo que, apenas na Jamaica se verifica um valor inferior a esta ($60 \mu\text{g.m}^{-3}$). O Canadá, tal como para o NO_2 , volta a apresentar duas normas (nível aceitável com o valor de $900 \mu\text{g.m}^{-3}$ e nível desejável com o valor de $450 \mu\text{g.m}^{-3}$) com graus de exigência bastante mais baixos em comparação com a EPA.

A OMS apresenta um valor guia de referência correspondente a uma média diária que toma o valor de $20 \mu\text{g.m}^{-3}$. Não existe norma homóloga publicada pela EPA. A norma, referente a uma média diária, com valor mais baixo é publicada pelo Perú e tem o valor de $80 \mu\text{g.m}^{-3}$. Todos os outros países cifram as suas normas para o SO_2 acima deste último valor chegando, nos casos específicos da Bolívia, Brasil, El Salvador, Nicarágua e Panamá, ao máximo de $365 \mu\text{g.m}^{-3}$. Este facto pode denotar a falta de interesse dos países americanos em seguir as recomendações da OMS. Paralelamente, as Bahamas, Equador e Trinidad e Tobago definiram os $125 \mu\text{g.m}^{-3}$ também definidos pela diretiva-quadro em vigor na Europa.

De uma primeira análise ao monóxido de carbono (CO) conclui-se que as Bahamas são o único país do continente americano que não tem normas para este poluente.

A OMS não faz qualquer tipo de recomendação para este poluente. É então na

EPA que se baseia a maior parte da legislação de qualidade do ar referente ao CO. Esta instituição tem duas normas publicadas para o CO. A primeira referente a uma média horária com o valor de 35 ppm (aproximadamente 41 mg.m^{-3}) e uma segunda correspondente a uma média octohorária, com valor de 9 ppm (aproximadamente 11 mg.m^{-3}).

Apesar de estas normas serem transpostas, praticamente por todos os países, existem algumas exceções. Analisando primeiramente as normas referentes a médias horárias, constata-se que o Canadá volta a definir duas normas distintas, e mais restritivas que as da EPA. 35 mg.m^{-3} como nível aceitável e 15 mg.m^{-3} como nível desejável. Também mais restritivos que a EPA estão o Chile, Equador, Panamá, Perú e Trinidad e Tobago ao definirem os 30 mg.m^{-3} como média horária. No sentido contrário surge, uma vez mais a Argentina ao apresentar uma norma com o valor de 50 ppm (aproximadamente 58 mg.m^{-3}).

No que diz respeito à base temporal octohorária, a única diferença, relativamente à norma da EPA, situa-se no Canadá. Este país define 15 mg.m^{-3} como nível aceitável e 6 mg.m^{-3} como nível desejável.

A única norma que se pode ter como referência, para o benzeno, foi publicada pela CE através da Diretiva-Quadro 2008/50/CE. Esta norma diz respeito a uma média anual e tem o valor de $5 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$. Apenas a Colômbia e o Perú têm legislada esta norma ($5 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$ e $4 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$ respetivamente e ambas como média anual).

A legislação, nos diferentes países do continente americano, respeitante ao Pb parece estar presa em 1978 aquando do lançamento, por parte da EPA, da primeira norma para este poluente com o valor de $1,5 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$ referente a uma média de três meses. Em 2008 este valor foi revisto e uma nova norma, referente à mesma base temporal, foi definida com valor de $0,15 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$. No entanto, e por ser de aplicação relativamente recente, só mesmo nos Estados Unidos da América vigora este valor. Todos os restantes países, com normas referentes a uma média de três meses, aplicam a norma de 1978.

A EPA não faz qualquer referência a normas baseadas numa média anual. Mesmo assim, Bahamas, Colômbia, Costa Rica, El Salvador, Nicarágua e Trinidad e Tobago definem, como média anual, o valor de $0,5 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$. Curiosamente a mesma norma vigente na Europa.

A Colômbia, Perú e Trinidad e Tobago definem ainda outras normas com

diferentes bases temporais (média de um dia, média de um mês e média de trinta minutos respetivamente).

Dentro dos restantes metais pesados, apenas o arsénio (As) e cádmio (Cd) são aplicados e apresentam normas bastante difusas. O As é regulamentado na Bolívia através de uma norma com base temporal anual e valor 50 ng.m^{-3} . Também o Cd tem uma norma neste país, com o seu valor a fixar-se nos 40 ng.m^{-3} como média anual. A Colômbia define esta norma, mas desta feita com um valor mais reduzido quando comparado com a Bolívia (5 ng.m^{-3}). Por fim Trinidad e Tobago define uma norma para uma média de 30 minutos com o valor de 5000 ng.m^{-3} .

7.4. Ásia

Através de uma primeira análise às normas de qualidade do ar vigentes nos países asiáticos, denota-se, desde logo, uma nova variedade de normas. São definidas normas tendo em conta o tipo de área. É o caso do Butão e da Índia que definem normas para áreas residenciais, industriais, comerciais, e áreas onde os alvos podem ser mais sensíveis aos efeitos da degradação da qualidade do ar, como por exemplo áreas hospitalares, escolares e áreas onde ocorrem ecossistemas sensíveis. Outra curiosidade que se evidencia é o facto de a China definir, para todos os poluentes presentes na sua legislação, três normas que correspondem a três diferentes níveis de exigência - norma de classe A, norma de classe secundária e norma de classe terciária sendo que a primeira é a mais restritiva e a última a que apresenta valores limite mais elevados.

Começando a análise pelas PM₁₀, pode-se concluir que as normas que regem este poluente não apresentam variações significativas quando comparadas com as normas de qualidade do ar propostas pelas instituições de referência. O único país que não tem legislação referente a este poluente é o Camboja.

O Bangladesh, Indonésia, Israel, Kuwait e Emirados Árabes Unidos seguem a norma da EPA, correspondente a uma média diária ($150 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$). Na China este valor é utilizado na norma de classe secundária. A norma de classe A apresenta um valor de $50 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$, igual ao valor definido na diretiva europeia e pela OMS. A norma de classe terciária é menos restritiva e toma o valor de $250 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$. Situação similar acontece no Butão. Aqui, as normas de qualidade do ar para áreas com influência industrial ultrapassam os $150 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$ definidos pela EPA. No entanto, nas áreas consideradas sensíveis, a norma correspondente a uma média diária tem o valor de $75 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$. A

Turquia, pela sua influência europeia, apresenta também uma norma relativamente baixa em comparação com os restantes países asiáticos ($50 \mu\text{g.m}^{-3}$). Em sentido oposto está a Arábia Saudita ao definir um valor de $340 \mu\text{g.m}^{-3}$ como norma referente a uma média diária.

A EPA não define nenhuma norma com uma base temporal anual. Desta feita, como referência existe apenas o valor de referência da OMS ($20 \mu\text{g.m}^{-3}$) e a norma europeia proposta pela Diretiva-Quadro 2008/50/CE ($40 \mu\text{g.m}^{-3}$).

Nenhum país asiático adota os $20 \mu\text{g.m}^{-3}$ recomendados pela OMS. A norma para média anual com valor mais baixo encontra-se na Turquia ($40 \mu\text{g.m}^{-3}$). A norma mais restritiva da China (norma de classe A) também toma este valor. Excetuando os países que têm normas para áreas industriais, é na Arábia Saudita e no Kuwait que estão presentes os valores mais elevados para a norma correspondente a uma média anual (80 e $90 \mu\text{g.m}^{-3}$ respetivamente).

De referir ainda a definição, por parte do Japão, de uma norma de qualidade do ar baseada numa média horária com o valor de $200 \mu\text{g.m}^{-3}$.

O Butão, Camboja, Israel, Coreia do Sul, Turquia e Emirados Árabes Unidos não contemplam, na sua legislação, normas de qualidade do ar para $\text{PM}_{2,5}$.

A EPA define o valor de $35 \mu\text{g.m}^{-3}$ para uma média diária enquanto que a OMS, para a mesma base temporal, recomenda os $25 \mu\text{g.m}^{-3}$. Na Ásia, nenhuma norma para este poluente é mais restritiva que a recomendação da OMS. A norma da EPA é, inclusivamente, ultrapassada pelo Bangladesh, Índia e Indonésia (65 , 60 e $65 \mu\text{g.m}^{-3}$ respetivamente).

Para uma base temporal anual, a EPA define o valor de $12 \mu\text{g.m}^{-3}$ e a OMS recomenda os $10 \mu\text{g.m}^{-3}$. Todos os países, excetuando a Índia que define $40 \mu\text{g.m}^{-3}$, apresentam para esta norma um valor de $15 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Relativamente ao ozono (O_3) existe uma grande variedade de normas. Embora a CE, EPA e OMS apenas definam normas, para este poluente, com uma base temporal octohorária (120 , 150 e $100 \mu\text{g.m}^{-3}$ respetivamente), na Ásia existe uma grande aplicação de normas de qualidade do ar correspondentes a uma base temporal horária. O Camboja, China, Indonésia e Japão são exemplo destes referidos casos.

Analisando as normas correspondentes a uma média octohorária pode-se concluir que apenas o Bangladesh, Israel e a Arábia Saudita ultrapassam o maior valor ditado pelas instituições de referência ($150 \mu\text{g.m}^{-3}$ definidos pela EPA). A Índia e o Kuwait

adotam a recomendação da OMS e a Coreia do Sul, Turquia e os Emirados Árabes Unidos definem a mesma norma que a CE.

Tal como para o O_3 , para o NO_2 existem, também, normas de qualidade do ar referentes a médias temporais que não são as especificadas nos documentos das instituições de referência. Tanto a CE como a EPA e OMS definem duas normas correspondentes a uma média horária e a uma média anual. Na Ásia existe uma boa variedade de normas expressas como média diária. Excetuando Israel, todas estas normas situam-se entre os 30 e 150 $\mu g.m^{-3}$. Israel figura como caso especial pois define para esta base temporal o valor de 560 $\mu g.m^{-3}$. Além desta norma, é também o único país a definir uma norma para o NO_2 referente a uma média de 30 minutos com o valor de 940 $\mu g.m^{-3}$.

Tanto a OMS como a CE definem os 200 $\mu g.m^{-3}$ como norma de qualidade do ar para o NO_2 correspondente a uma média horária. A norma homóloga da EPA toma o valor de 0,1 ppm (aproximadamente 191 $\mu g.m^{-3}$). Apenas a Coreia do Sul adota a norma da EPA, enquanto que o valor da OMS/CE é legislado no Kuwait e Turquia. Mais restritiva que estas está a norma de classe A definida pela China (120 $\mu g.m^{-3}$). Pela negativa destaca-se o Camboja (300 $\mu g.m^{-3}$), Indonésia (400 $\mu g.m^{-3}$), Arábia Saudita (660 $\mu g.m^{-3}$) e Emirados Árabes Unidos (400 $\mu g.m^{-3}$).

Analisando as normas, presentes nos países asiáticos, e que correspondem a médias anuais, pode-se concluir que existe uma maior homogeneidade às instituições de referência. De forma resumida, nenhum país define normas que ultrapassem o valor mais alto referenciado nestas instituições – 0,053 ppm (aproximadamente 101 $\mu g.m^{-3}$).

A Ásia tem uma legislação vasta no que toca à definição de normas de qualidade do ar para o SO_2 . Embora a CE, OMS e EPA não apresentem normas baseadas numa média anual, praticamente todos os países asiáticos definem-na.

A OMS não define nenhum valor guia de referência para uma média temporal correspondente a uma hora. Para esta base temporal, a EPA define o valor de 200 $\mu g.m^{-3}$ e a CE, através da diretiva-quadro, 350 $\mu g.m^{-3}$. A norma da EPA é seguida apenas pelo Japão. A Turquia e os Emirados Árabes Unidos adotam a norma definida na CE. Abaixo destes valores apenas a China que, através da sua norma de classe A, define o valor de 150 $\mu g.m^{-3}$, e o Kuwait que legisla para esta norma 75 $\mu g.m^{-3}$. Com critério menos restritivo evidencia-se o Camboja, Indonésia e Arábia Saudita que apresentam respetivamente, e para a mesma base temporal, 500, 900 e 730 $\mu g.m^{-3}$.

Para uma base temporal diária a situação assemelha-se à anterior. Novamente o Kuwait com uma norma bastante mais restritiva que os restantes países. É, inclusive o único país a seguir a recomendação da OMS cifrada nos $20 \mu\text{g.m}^{-3}$.

De uma primeira análise ao poluente CO, pode-se inferir que os países asiáticos, além de definirem as normas com base temporal horária e octohorária legisladas pelas instituições de referência, definem também normas baseadas em médias diárias e médias de 30 minutos. Esta última é apenas definida por Israel tal como aconteceu para o NO_2 .

A EPA define, para uma média horária, o valor de 35 ppm (aproximadamente 41 mg.m^{-3}). Não existe nenhum valor que ultrapasse esta norma sendo que, o Bangladesh, Camboja e a Arábia Saudita são os países que mais se aproximam dela pois definem 40 mg.m^{-3} para esta base temporal.

Precisamente o Camboja, juntamente com o Japão, são os únicos países que ultrapassam o valor definido pelas normas da EPA e CE associadas a uma média octohorária. O Camboja tem definida na sua legislação uma norma com o valor de 20 mg.m^{-3} , enquanto que a do Japão toma o valor de 20 ppm (aproximadamente 23 mg.m^{-3}). A definida pela EPA fica-se pelos 9 ppm (aproximadamente 11 mg.m^{-3}) e a definida pela CE nos 10 mg.m^{-3} .

Neste continente apenas foram encontradas normas de qualidade do ar, para o Benzeno, na Índia, Japão, Coreia do Sul, Arábia Saudita e Turquia. Excetuando o Japão, todos os outros países definem o valor de $5 \mu\text{g.m}^{-3}$ como norma de base temporal anual (mesma norma presente na Diretiva-Quadro 2008/50/CE). O Japão adota a mesma base temporal mas tem como valor limite $3 \mu\text{g.m}^{-3}$. De referir que, tanto a EPA como a OMS não definem nenhuma norma para este poluente.

No que diz respeito ao chumbo (Pb), existe uma norma de qualidade do ar definida pela Comunidade Europeia através da diretiva-quadro ($0,5 \mu\text{g.m}^{-3}$ como média anual) e outra recomendada pela EPA ($0,15 \mu\text{g.m}^{-3}$ como média trimestral).

Apenas na China é definida a norma correspondente a uma média trimestral tomando o valor de $1,5 \mu\text{g.m}^{-3}$ (valor definido pela EPA até 2008).

Indonésia e os Emirados Árabes Unidos, que definem $1 \mu\text{g.m}^{-3}$ como norma para média anual, todos os outros países asiáticos apresentam, para a mesma base temporal, $0,5 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Além das normas atrás referidas, uma outra, referente a média diária, é definida pelo Camboja ($5 \mu\text{g.m}^{-3}$).

Apenas a CE, como instituição de referência, tem normas para os metais pesados e benzo(a)pireno. As normas de qualidade do ar para o arsénio, cádmio, níquel e benzo(a)pireno são definidas para uma média anual e têm o valor de 6, 5, 20 e 1 ng.m^{-3} respetivamente.

O arsénio (As) apenas é regulamentado na Índia, e Turquia. A Índia e a Turquia apresentam norma igual à da CE.

O caso do cádmio (Cd) é idêntico ao anterior. Existe norma, para este poluente, apenas na e Turquia. A Turquia volta a seguir as indicações da CE.

O níquel é regulamentado na Índia e Turquia (seguem a norma da CE).

O benzo(a)pireno está presente na legislação da China, Índia, e Turquia e, em todos estes, é definida a norma da CE (1 ng.m^{-3} como média anual).

7.5. África

Analisando o continente africano, denota-se desde logo, tal como na Ásia, a definição de algumas normas que se baseiam no tipo de ocupação a que determinada área está sujeita.

Pode-se afirmar que a legislação dos países africanos está bastante direcionada para as PM₁₀, O₃, NO₂, SO₂, CO e Pb. As PM_{2,5} apenas são legisladas no Ruanda, África do Sul e Malawi. Normas de qualidade do ar para o benzeno apenas estão presentes em Marrocos e África do Sul. Para os poluentes As, Ni e benzo(a)pireno não existe qualquer norma de qualidade do ar. O Cd apenas é regulamentado em Marrocos e no Senegal.

As normas de qualidade do ar para as partículas PM₁₀ variam bastante. Fazendo primeiro foco nas normas com base temporal correspondente a uma média diária, pode-se concluir que estas variam desde os $50 \mu\text{g.m}^{-3}$, presentes na legislação da Gâmbia e Marrocos, até aos $230 \mu\text{g.m}^{-3}$ presentes no Benim, $260 \mu\text{g.m}^{-3}$ definidos pelo Senegal ou os $300 \mu\text{g.m}^{-3}$ definidos pelo Burkina Faso. Estes três países são os únicos que não adotam normas com valor inferior ou igual à norma definida pela EPA para a mesma base temporal ($150 \mu\text{g.m}^{-3}$).

A EPA não propõe nenhuma norma referente a uma média anual. Aqui a comparação terá de ser feita através da norma da CE ($40 \mu\text{g.m}^{-3}$) e do valor guia de

referência da OMS ($20 \mu\text{g.m}^{-3}$). A análise é fácil de ser feita para esta base temporal. Nenhum país decidiu seguir estas normas/recomendações sendo que os valores limite para estas normas variam entre os $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ e os $80 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Como referido atrás, as $\text{PM}_{2,5}$ não têm grande aplicação na avaliação e gestão da qualidade do ar nos países africanos. Apenas estão definidas normas na África do Sul, Ruanda e Malawi.

Os dois primeiros definem uma norma para média diária ($65 \mu\text{g.m}^{-3}$ na África do Sul e $75 \mu\text{g.m}^{-3}$ no Ruanda) e outra norma referente a uma média anual ($25 \mu\text{g.m}^{-3}$ na África do Sul e $35 \mu\text{g.m}^{-3}$ no Ruanda). O Malawi destaca-se pela positiva ao definir as suas normas de qualidade do ar, para $\text{PM}_{2,5}$, iguais às recomendações da OMS.

Como mostra a Tabela 4, as instituições tomadas como referência baseiam-se numa média octohorária para definir as normas de qualidade do ar para o O_3 . Ainda assim, a Argélia, o Burkina Faso, Ilhas Maurícias e Moçambique, apesar de terem normas para este poluente, nenhuma delas é correspondente a esta base temporal.

O valor guia de referência recomendado pela OMS ($100 \mu\text{g.m}^{-3}$ para média octohorária) não é seguido por nenhum país africano. A norma mais restritiva encontra-se em Marrocos ($110 \mu\text{g.m}^{-3}$). A norma europeia ($120 \mu\text{g.m}^{-3}$ para média octohorária) é seguida no Egito, Ruanda, Senegal e África do Sul. O Benim é o país que apresenta a norma menos restritiva quando define 0,08 ppm (aproximadamente $160 \mu\text{g.m}^{-3}$).

A OMS recomenda, para o NO_2 , $200 \mu\text{g.m}^{-3}$ para uma base temporal horária. Tendo em conta este valor guia, destaca-se pela positiva Marrocos, Senegal, África do Sul e Gana. Estes países definem precisamente os $200 \mu\text{g.m}^{-3}$ para esta norma. O Burkina Faso é ainda mais restritivo ao definir $170 \mu\text{g.m}^{-3}$. Em sentido inverso está o Egito, Moçambique e o Ruanda que definem normas com base temporal horária a rondar os $400 \mu\text{g.m}^{-3}$.

A situação é idêntica à anterior no que diz respeito às normas de qualidade do ar para uma média anual. Apenas a Gâmbia, Marrocos, Senegal e África do Sul definem normas iguais ou inferiores à recomendação da OMS ($40 \mu\text{g.m}^{-3}$). Todos os restantes países definem normas de valor superior. A Argélia destaca-se por ser o país com critérios mais largos para esta norma ($200 \mu\text{g.m}^{-3}$).

A África do Sul volta a ser um exemplo a seguir no que toca às medidas tomadas para precaver problemas associados à degradação da qualidade do ar. É o único país

africano que segue a OMS, relativamente ao SO_2 , quando esta estabelece os $500 \mu\text{g.m}^{-3}$ como valor de referência para uma média de 10 minutos. O restante enquadramento legal deste país, para este poluente, é semelhante ao definido no espaço europeu através da Diretiva-Quadro 2008/50/CE.

Ainda para o SO_2 , a OMS estabelece um valor guia de referência com base temporal diária e valor $20 \mu\text{g.m}^{-3}$. Enquanto que a EPA não define nenhuma norma para esta base temporal, a CE estabelece o valor de $125 \mu\text{g.m}^{-3}$. Da análise das normas de qualidade do ar dos países africanos, para esta base temporal diária, pode-se afirmar que a recomendação da OMS não é adotada em nenhum deles. A norma com valor limite mais baixo é legislada pelo Gana ($100 \mu\text{g.m}^{-3}$), e a de valor mais elevado está presente na ordem jurídica de Moçambique ($365 \mu\text{g.m}^{-3}$).

Desta feita, é a OMS que não estabelece qualquer recomendação para normas de qualidade do ar do SO_2 referentes a médias horárias. Para esta base temporal a EPA define $200 \mu\text{g.m}^{-3}$ e a CE $350 \mu\text{g.m}^{-3}$. Confrontando estas normas com as presentes dos diferentes países africanos, constata-se que existe uma enorme discrepância entre estas. Os casos mais flagrantes ocorrem no Benim, Moçambique e Gana. Respetivamente, estes países apresentam normas para a base temporal diária, com valores limite de 1300, 800 e $700 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Como curiosidade o Ruanda é o único país, entre os que foi possível recolher informação, que não apresenta qualquer norma para o SO_2 .

No entanto o Ruanda destaca-se pela positiva por ser o país que aplica as normas de qualidade do ar mais restritivas para o CO. A norma com valor limite mais elevado para este país é uma norma definida para áreas industriais, com base temporal horária e valor 10mg.m^{-3} . Para se ter uma ideia do critério apertado do Ruanda, para este poluente, pode-se comparar este valor limite com o definido pela EPA para a mesma base temporal - 35 ppm (aproximadamente 41mg.m^{-3}). Ainda nas normas de qualidade do ar do CO referentes a médias horária, existe uma que se situa completamente desviada de todas as outras. É o caso do Burkina Faso que tem um valor limite situado nos $0,03 \text{mg.m}^{-3}$.

Para este poluente existe ainda, no continente africano, uma legislação extensa que contempla normas baseadas em médias octohorárias. Estas não se desviam das definidas pela EPA e CE.

Apenas a África do Sul e Marrocos apresentam normas de qualidade do ar para o Benzeno. Ambos os países definem o valor limite $10 \mu\text{g.m}^{-3}$ como norma correspondente

a uma média anual.

As Ilhas Maurícias são o único país africano que parece ser influenciado pela EPA na aplicação da sua norma de qualidade do ar para o Pb. Este país define uma norma de base temporal trimestral e com valor limite $1,5 \mu\text{g.m}^{-3}$ (norma igual à definida pela EPA em 1978).

Relativamente à base temporal anual, as normas associadas a esta apresentam valores limite que variam entre os $0,5 \mu\text{g.m}^{-3}$ (definidos pela CE) e os $2 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Como já foi referido, os metais pesados As, Cd e Ni e o hidrocarboneto aromático policíclico benzo(a)pireno são os poluentes de menor aplicação na avaliação e gestão da qualidade do ar do continente africano.

Destes poluentes apenas o Cd está regulamentado e, embora só por Marrocos e Senegal, as suas normas apresentam diferenças. Enquanto Marrocos apresenta a mesma norma que a que vigora no espaço europeu (5 ng.m^{-3} para uma média anual), o Senegal define o valor limite de $1,5 \text{ ng.m}^{-3}$ para a mesma base temporal.

Toda esta análise dá sentido a este projeto – Plataforma web de legislação de qualidade do ar. Existe uma variedade tal de normas de qualidade do ar espalhadas pelo mundo que se justifica a sua compilação e apresentação de forma a ser possível uma consulta rápida e fácil das mesmas.

7.5. Panorama global da legislação de qualidade do ar

Além de toda a análise feita anteriormente, expondo as dificuldades, diferenças e semelhanças na aplicação, por parte dos diferentes países, de normas de qualidade do ar, importa perceber qual o panorama global da legislação de qualidade do ar nos cinco continentes considerados. Para isso foram analisados os documentos legais de todos os países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar. Esta análise permitirá obter uma ideia global de quais as preocupações dos países relativamente à degradação da qualidade do ar. Quais os poluentes mais aplicados? Em que continente é dada maior importância a determinado poluente em detrimento de outro? São perguntas que os resultados desta próxima análise darão resposta. Estes resultados serão expressos através de gráficos e em percentagens, sendo que estas terão por base apenas o número de países em que foi possível encontrar legislação de qualidade do ar, e não a totalidade de países no Mundo.

Foram abordados 156 países (44 na Europa, 14 na Oceânia, 35 na América, 22

na Ásia e 41 em África) de entre os quais foi possível encontrar legislação de qualidade do ar para 97 dos mesmos (44 na Europa, 5 na Oceânia, 20 na América, 15 na Ásia e 13 em África) (Figura 5).

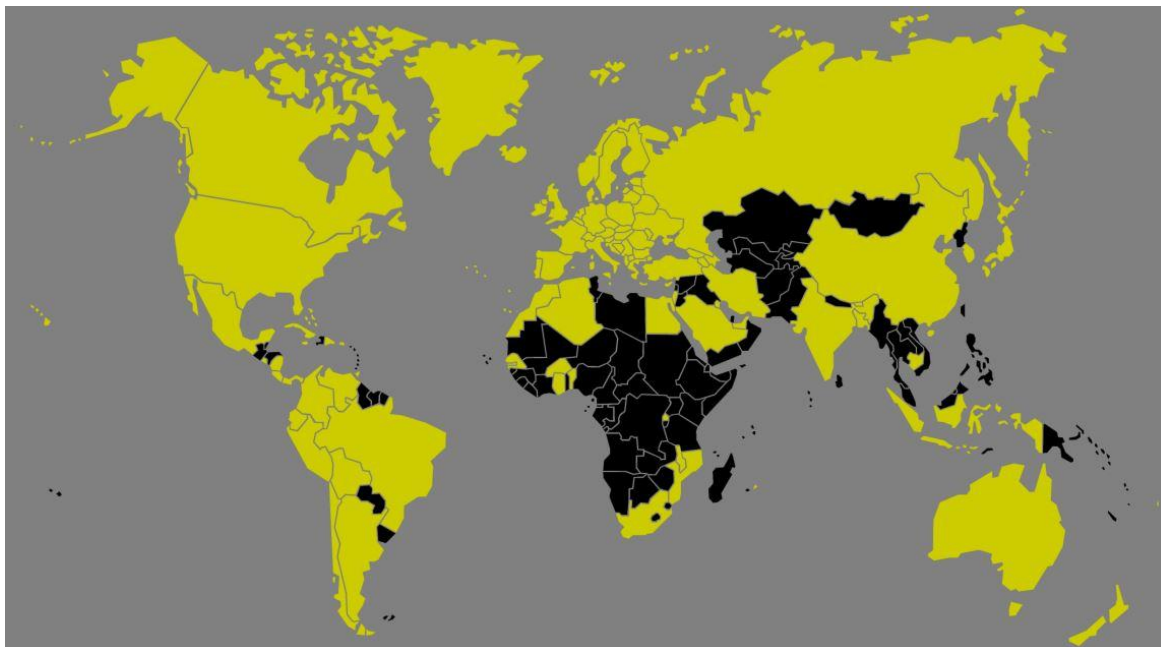


Figura 5: Mapa com países (a verde) onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar.

Em termos percentuais, na totalidade foram encontradas normas de qualidade do ar em cerca de 62% dos países. A Figura 6 mostra a informação detalhada aqui descrita.

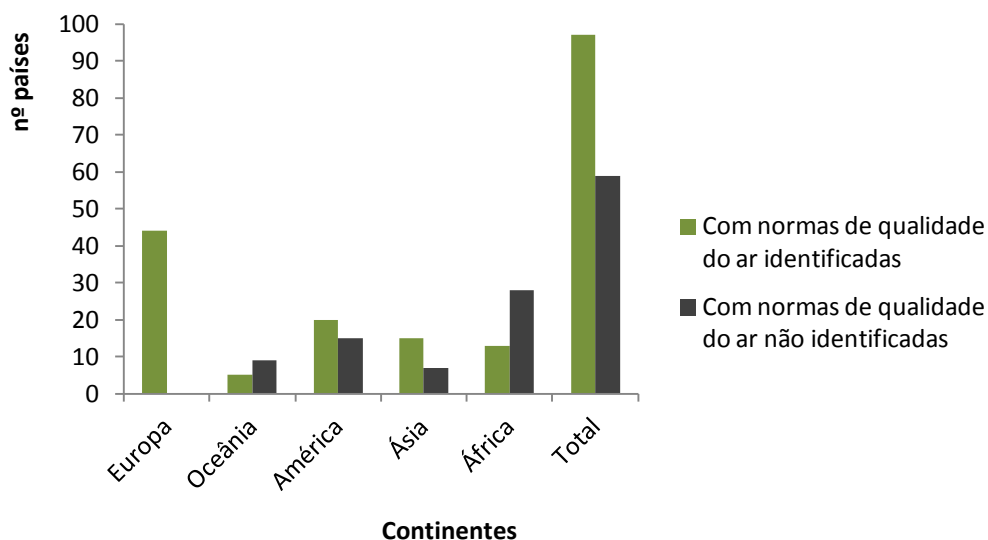


Figura 6: Número de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar (cinzento).

Através da Figura 7 constata-se que as PM₁₀ são um poluente bastante aplicado na avaliação e gestão da qualidade do ar. Apenas na Oceânia este poluente tem 100% de aplicação, isto é, todos os países, dos que foi possível encontrar legislação de qualidade do ar, definem normas para as PM₁₀ na sua legislação. O facto de apenas ter sido possível encontrar normas em 5 países deste continente pode afetar o resultado. O comportamento entre os outros continentes é semelhante.

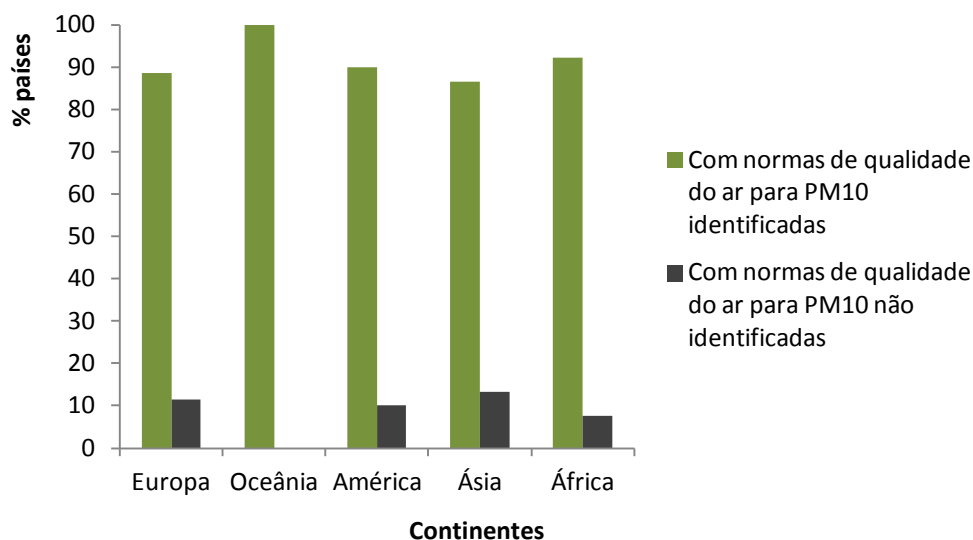


Figura 7: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para PM₁₀ (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para PM₁₀ (cinzento).

Como demonstra a Figura 8, a situação das PM_{2,5} é bastante diferente quando comparada com o caso das PM₁₀. Apenas a Europa apresenta uma percentagem de países, com normas de qualidade do ar para este poluente, superior a 50%. A Oceânia e África são os continentes onde parece haver menor preocupação relativamente aos efeitos prejudiciais das PM_{2,5}. Cerca de 77% dos países africanos e 80% dos países da Oceânia não apresentam, na sua ordem jurídica, normas para este poluente.

O facto de, apenas há relativamente pouco tempo terem sido reconhecidos os efeitos prejudiciais na saúde humana das PM_{2,5}, pode constituir uma razão que justifique a diminuta aplicação das PM_{2,5}.

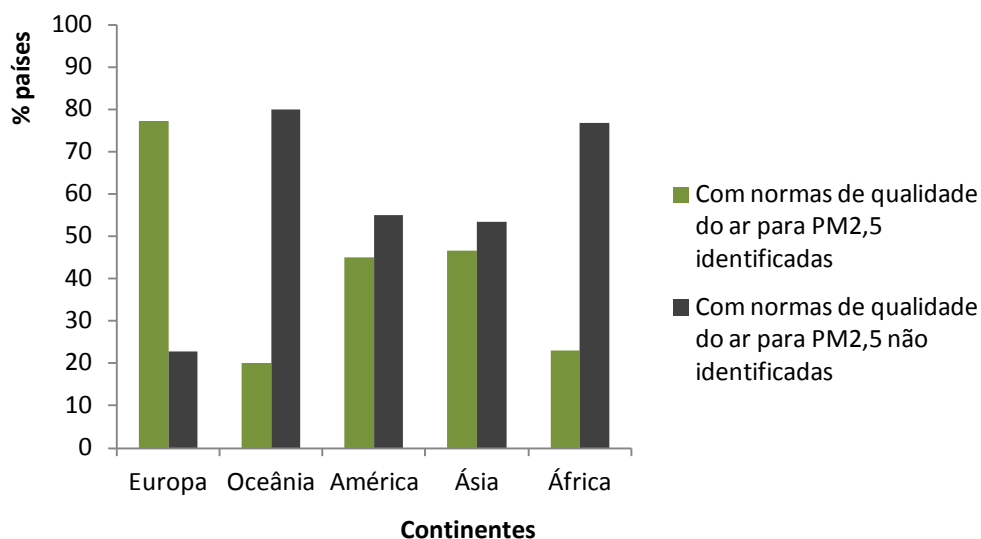


Figura 8: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para PM2,5 (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para PM2,5 (cinzento).

A legislação de qualidade do ar, relativa ao O₃, encontra-se globalmente bem debatida. Existe mundialmente uma grande preocupação com os possíveis efeitos deste poluente secundário.

A Figura 9 mostra que só na Ásia e África se encontraram países que não fazem referência ao O₃ na sua legislação de qualidade do ar. Em sentido contrário, todos os países da Europa, Oceânia e América apresentam normas para o O₃.

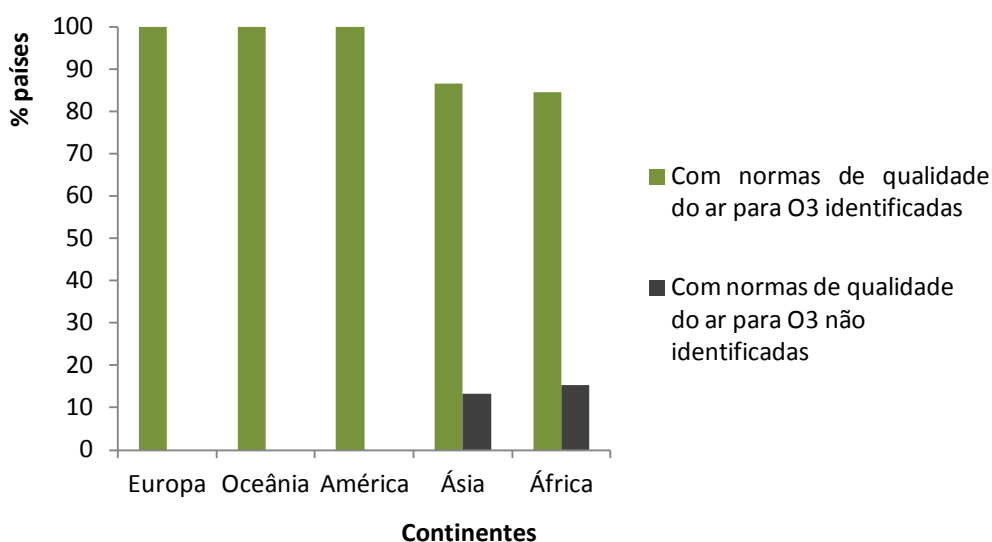


Figura 9: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para O₃ (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para O₃ (cinzento).

O NO_2 apresenta um valor de 100% de aplicação de normas de qualidade do ar. Daqui pode-se concluir que este poluente está presente nas respetivas ordens jurídicas de todos os 97 países.

O panorama no SO_2 é semelhante ao anteriormente descrito para o NO_2 . Como mostra a Figura 10, excetuando a África, todos os outros continentes têm o SO_2 legislado. Só o Ruanda não define normas de qualidade do ar para o SO_2 .

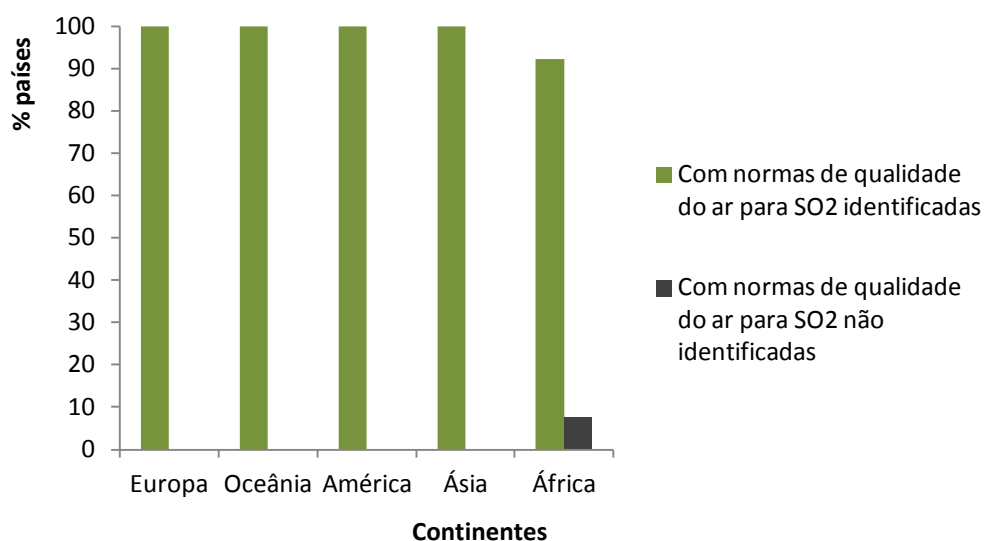


Figura 10: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para SO_2 (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para SO_2 (cinzento).

O CO é um poluente bastante comum nas temáticas da qualidade do ar. Uma vez mais, como se constata através da Figura 11, a totalidade dos países europeus definem normas para o monóxido de carbono. O mesmo se passa para a Oceânia e Ásia. No continente americano 5% dos países onde foi possível recolher informação não apresentam normas para este poluente. Na África este valor corresponde a cerca de 15%.

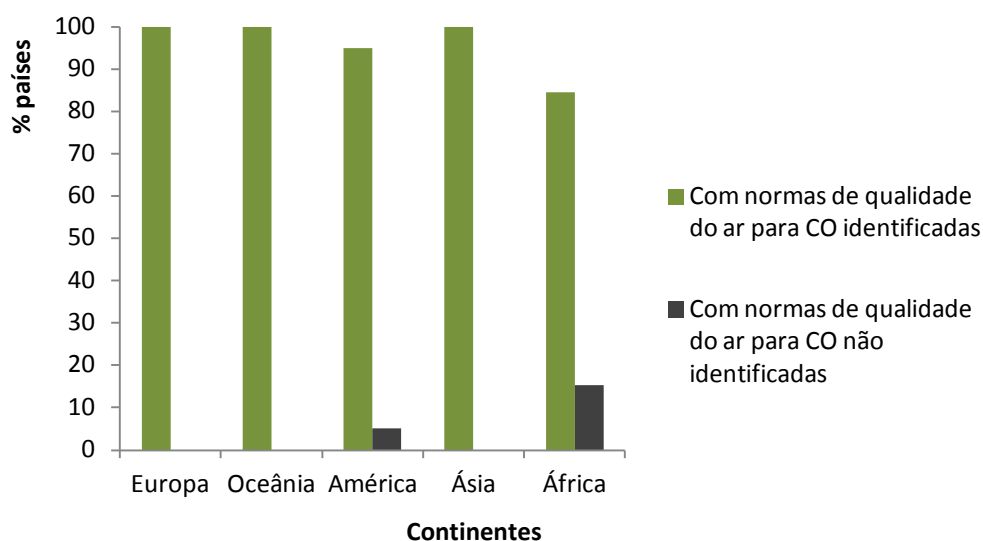


Figura 11: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para CO (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para CO (cinzento).

A OMS reconhece o benzeno como um composto carcinogénico para os seres humanos, logo nenhum nível seguro de exposição pode ser recomendado (WHO, 2010). Talvez por isso normas de qualidade do ar para o Benzeno não estejam presentes, em larga escala, na legislação de inúmeros países.

Como mostra a Figura 12, apenas na Europa mais de metade dos países apresentam normas para este poluente (93%). Na Oceânia o Benzeno não é regulamentado. Os restantes continentes apresentam percentagens elevadas de países sem normas de qualidade do ar para o benzeno (85% na América, 60% na Ásia e 85% em África).

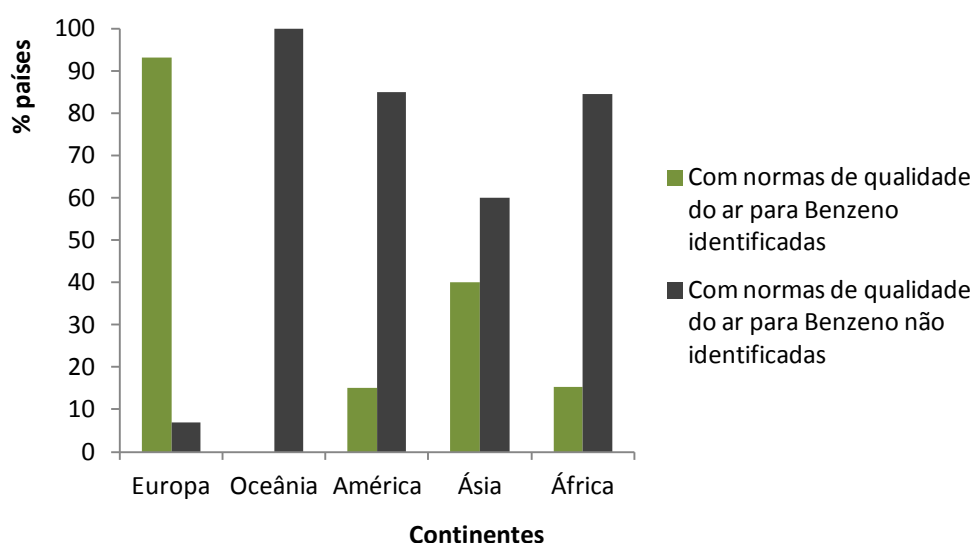


Figura 12: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para benzeno (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para benzeno (cinzento).

Analisando a Figura 13, constata-se que estão presentes, nos diversos documentos legais, normas de qualidade do ar para o Pb em cerca de 98% dos países europeus. Os países da América, Ásia e África têm um comportamento semelhante no que respeita à aplicação deste poluente na avaliação e gestão da qualidade do ar. Na Oceânia apenas foi encontrado um país sem lacunas na legislação ao nível deste poluente.

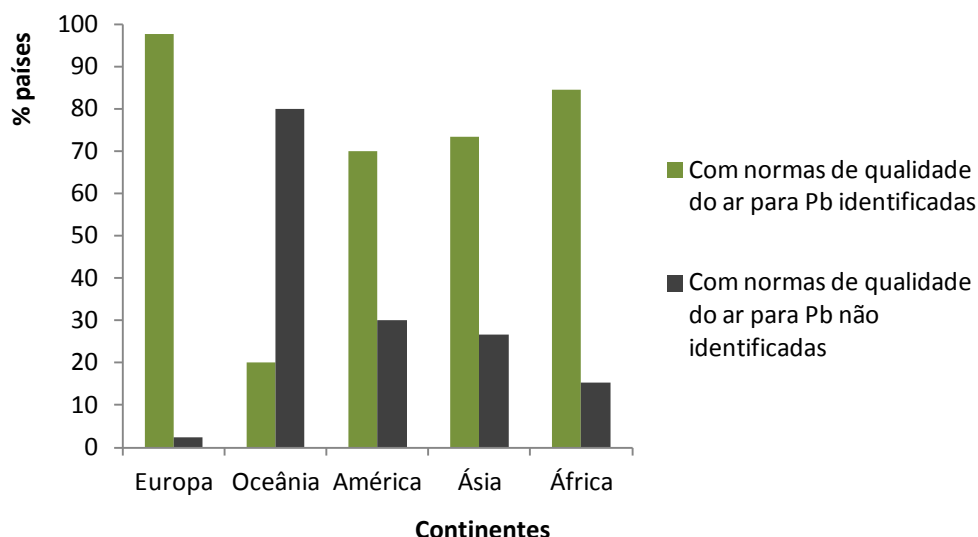


Figura 13: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Pb (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Pb (cinzento).

O arsénio (As), cádmio (Cd), níquel (Ni) e benzo(a)pireno são poluentes bastante comuns na legislação dos países europeus. No entanto, fora do espaço europeu, tanto a EPA como a OMS não têm publicadas normas e recomendações para estes poluentes. As Figuras 14, 15, 16 e 17 são o espelho desta realidade. Existe uma grande percentagem de países europeus a adotar normas para estes quatro poluentes. Nos restantes continentes verifica-se o contrário. São mais os países que descartam estes poluentes da sua legislação, que os que definem normas de qualidade do ar para os mesmos.

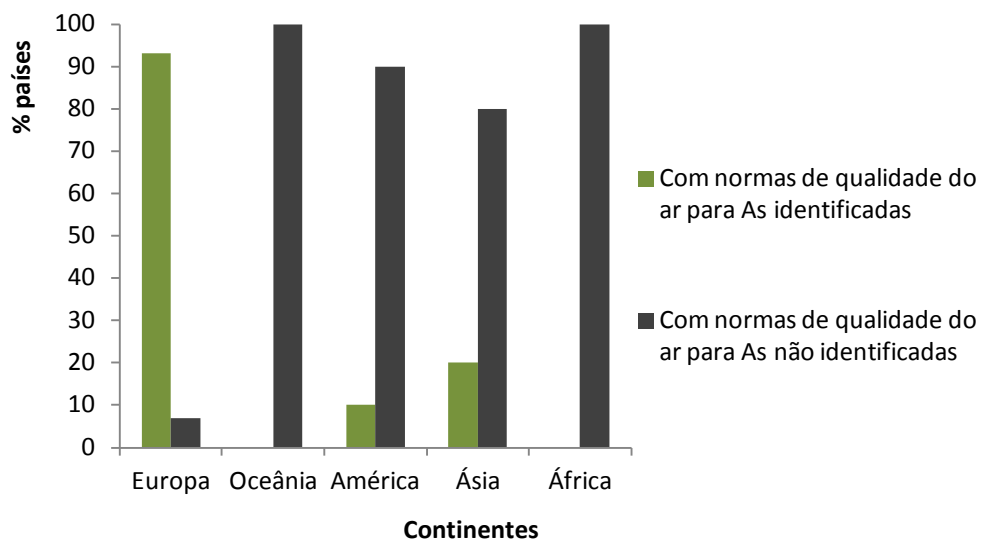


Figura 14: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para As (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para As (cinzento).

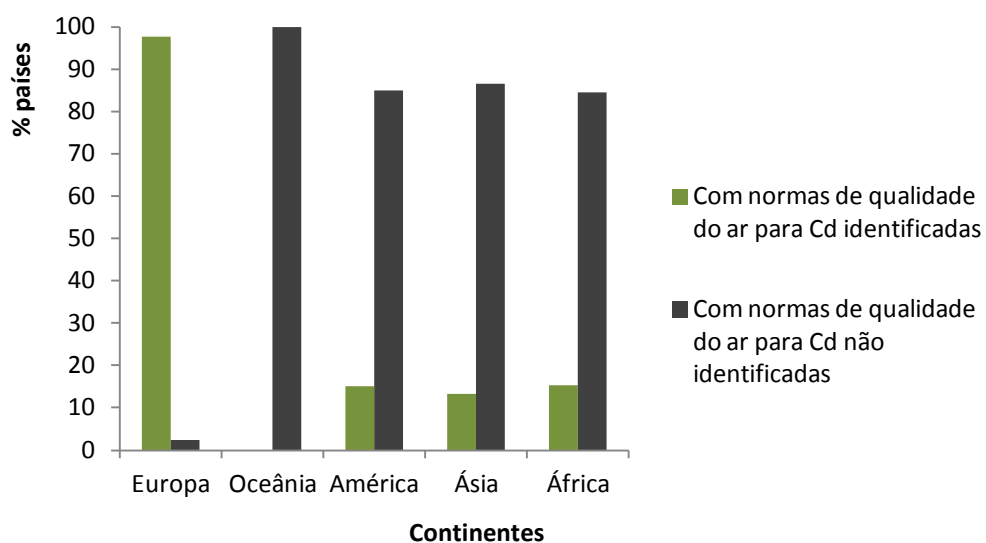


Figura 15: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Cd (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Cd (cinzento).

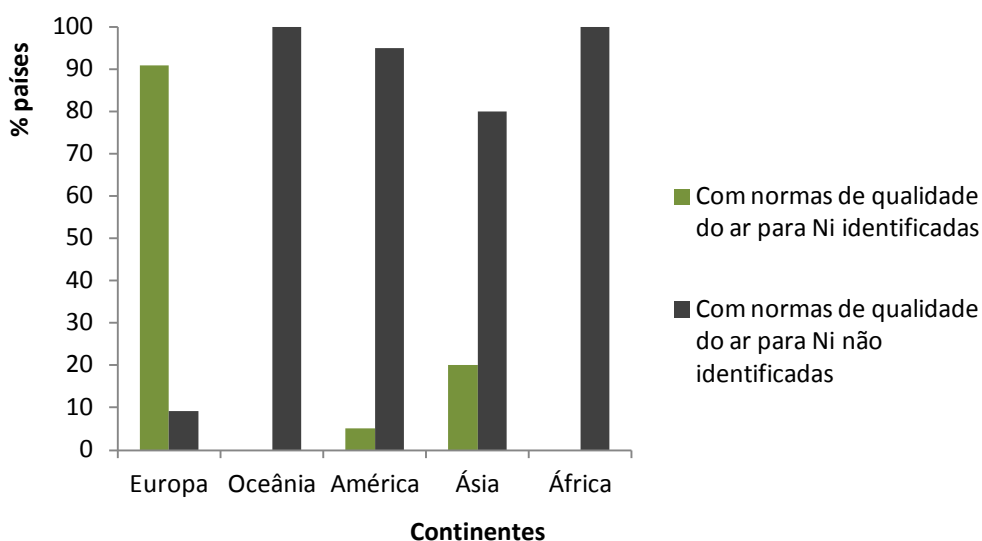


Figura 16: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Ni (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Ni (cinzento).

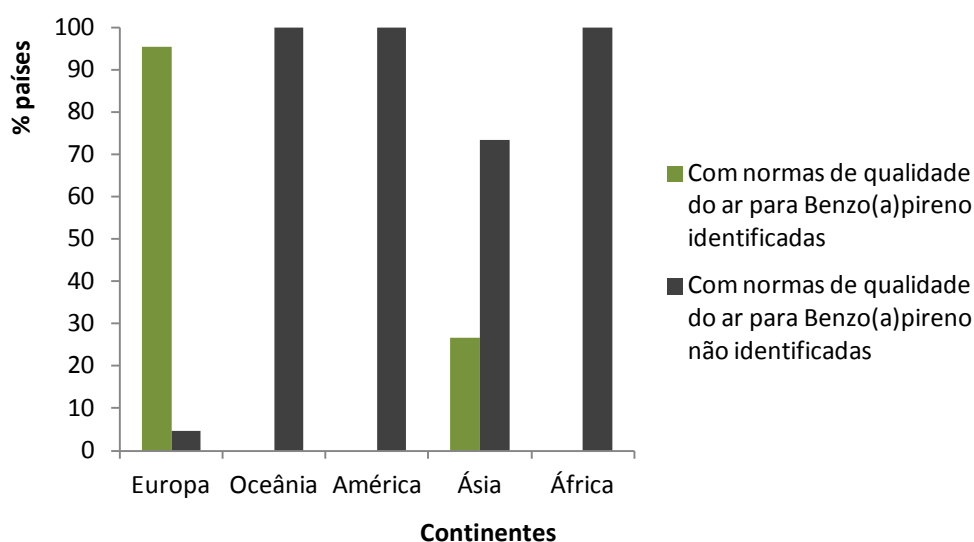


Figura 17: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Benzo(a)pireno (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar para Benzo(a)pireno (cinzento).

A análise anterior tem por base a informação obtida nos diferentes países de cada continente. Agrupando toda esta informação é possível ter uma ideia do panorama global relativo a cada poluente.

Analisando a Figura 18, pode-se afirmar que o NO_2 tem normas de qualidade do ar definidas em todos os países, seguido de perto pelo SO_2 , O_3 e CO . Todos estes são legislados em mais de 95% dos países. De seguida, e também com um cenário positivo, aparecem as PM_{10} (90,5% dos países apresentam normas para este poluente) e o Pb

(83,2% dos países apresentam normas para o Pb). A carecer de mais esforços políticos e governamentais está o panorama das PM_{2,5}. Para este poluente apenas 56% dos países definem normas de qualidade do ar. Situação semelhante ocorre para o benzeno e o Cd. As, Ni e benzo(a)pireno são os poluentes com menor presença nas políticas de qualidade do ar dos diferentes países. A percentagem de países que definem normas de qualidade do ar para estes poluentes é nos três casos inferior a 50%.

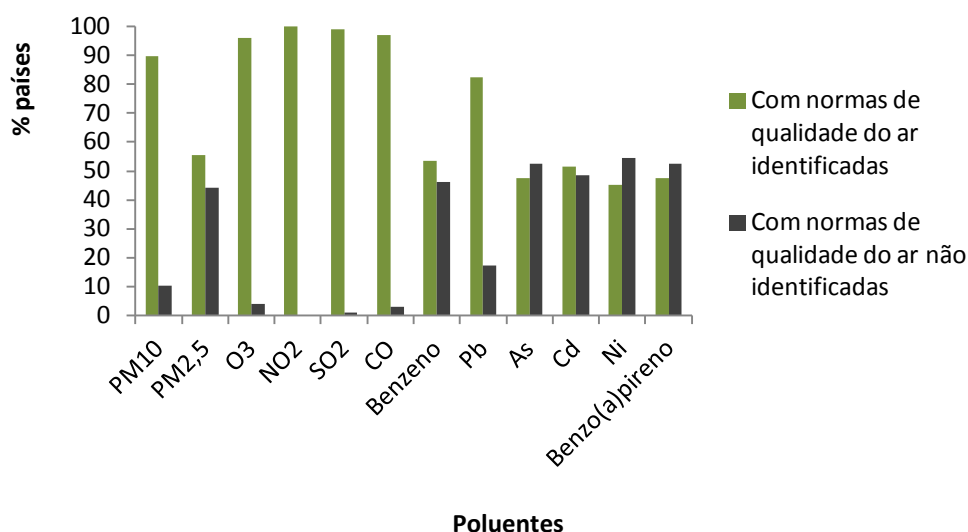


Figura 18: Percentagem de países onde foi possível encontrar normas de qualidade do ar (a verde) e onde não foi possível encontrar normas de qualidade do ar (cinzento) para os diferentes poluentes.

A EPA e a CE, como instituições de referência têm a sua vigência muito centralizada nos Estados Unidos da América e na Europa respetivamente. Ainda assim, como já foi dito, parece haver influência destas organizações nas políticas de qualidade do ar de países que não se encontram nestes espaços geográficos. A OMS, embora não seja uma organização com ordem jurídica, é a única que define critérios relativamente à temática da qualidade do ar para todo o Mundo.

Estando este trabalho centrado na pesquisa e análise comparativa de legislação de qualidade do ar a nível mundial, importa confrontá-la com os valores guia de referência da OMS. É exatamente com este propósito que será feita a próxima análise – comparar as recomendações publicadas pela OMS com as normas de qualidade do ar homólogas dos diferentes países.

Como explicita a Tabela 5, a OMS recomenda nove valores guia de referência.

Tabela 5: Valores guia de referência publicados pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

	Média de 10 minutos	Média horária	Média octohorária	Média diária	Média anual
PM10 [$\mu\text{g.m}^{-3}$]				50	20
PM2,5 [$\mu\text{g.m}^{-3}$]				25	10
NO₂ [$\mu\text{g.m}^{-3}$]		200			40
SO₂ [$\mu\text{g.m}^{-3}$]	500			20	
O₃ [$\mu\text{g.m}^{-3}$]			100		

Esta análise será feita de duas formas distintas. Em primeiro lugar será feita uma análise percentual à quantidade de países que definem normas de qualidade do ar com valores limite superiores, iguais ou inferiores às recomendações da OMS. A segunda análise consistirá em obter valores médios mundiais destes mesmos valores limite e compara-los novamente com as nove guias de referência da OMS.

A primeira conclusão que se pode tirar, ao analisar a Figura 19, reside no facto de existir uma percentagem reduzida de países a definir normas de qualidade do ar mais restritivas que as recomendações da Organização Mundial de Saúde. Estas normas de qualidade do ar são referentes às PM10 como média diária, PM2,5 como média anual, NO₂ com base temporal horária e anual e O₃ como média octohorária. Para estas normas, a percentagem de países que as define de forma mais restritiva que as recomendações da OMS, é de 1,2%, 3,8%, 9,7%, 5,3% e 10,1% respetivamente.

A única recomendação da OMS que os países adotam a 100% é o valor guia de referência correspondente ao SO₂ com base temporal de 10 minutos. Esta recomendação só foi encontrada, como norma de qualidade do ar, na Albânia, Equador, Trinidad e Tobago e África do Sul.

Assumindo como ideal a situação anterior, isto é, haver uma percentagem, o mais elevada possível, de países com normas iguais ou inferiores às recomendações da OMS, podemos colocar o panorama das PM10 (média diária) e do NO₂ (média horária e anual) num patamar imediatamente inferior a esta idealidade. Isto porque, entre 50 a 60% dos países definem normas de qualidade do ar baseadas na OMS para os referidos valores guias de referência.

Em sentido oposto está panorama associado às PM10 (média anual), PM2,5 (média diária e anual), SO₂ (média diária) e O₃ (média octohorária) onde foi possível constatar que cerca de 90% dos países definem normas de qualidade do ar com valores limite superiores aos recomendados pela OMS.

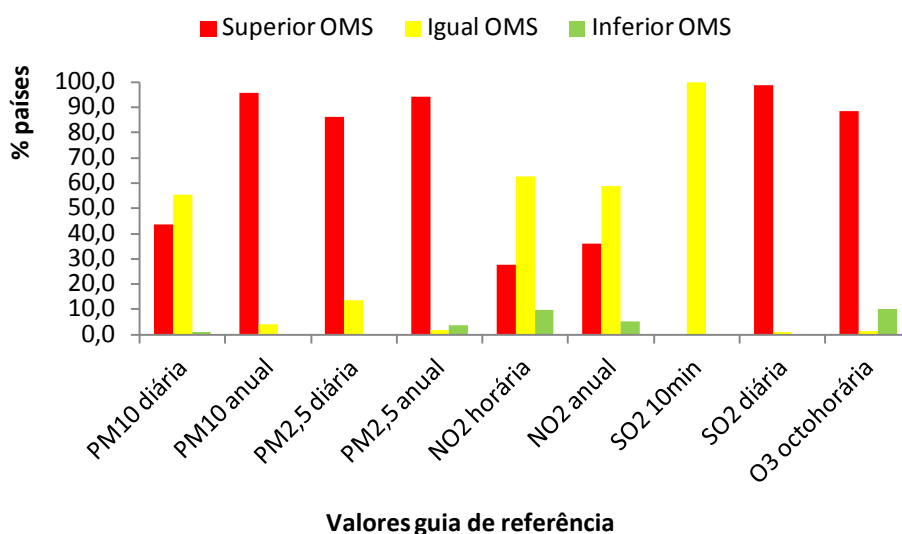


Figura 19: Percentagem de países com normas de qualidade do ar superiores (a vermelho), iguais (a amarelo) e inferiores (a verde) às recomendações da OMS.

As Figuras 20 e 21 mostram que a generalidade dos países não segue as recomendações da OMS. Os gráficos apresentam a verde os valores guia recomendados pela OMS e a laranja as médias dos valores limite definidos nas normas de qualidade do ar dos diferentes países.

Como se pode observar pela Figura 21, apenas para o SO₂ (média de 10 minutos) a média mundial coincide com o valor guia da OMS. Esta norma, talvez pela sua especificidade, não é alvo de grandes desvios em relação à recomendação da Organização Mundial de Saúde.

A norma que apresenta maior desvio entre a recomendação da OMS e o valor médio mundial é respeitante ao SO₂ (média diária). Enquanto que a OMS define um valor guia de 20 µg.m⁻³, a média mundial, para o mesmo poluente e mesma base temporal, situa-se nos 122 µg.m⁻³. Esta média é sobretudo influenciada pelas normas dos países europeus. A legislação de qualidade do ar nestes países é na grande generalidade baseada na Diretiva-Quadro 2008/50/CE que define, para esta norma, um valor limite de 125 µg.m⁻³.

O panorama do NO₂ é semelhante tanto para a recomendação correspondente a uma média horária como à referente a uma média anual. Em ambos os casos a média mundial das normas de qualidade do ar correspondentes está acima dos valores guia da OMS. Estes são os mesmos que os definidos pela CE através da diretiva-quadro, o que leva a crer que são os países fora do espaço europeu que fazem disparar os valores limite para o NO₂. Foi inclusivamente possível apurar que, em média, os valores limite

legislados na Europa se situam abaixo das recomendações da OMS para o NO_2 .

Situação semelhante ocorre para as PM_{10} (média diária). O maior contributo para a diferença entre a recomendação da OMS e a média mundial dos valores limite é dado pelos países americanos, asiáticos e africanos.

Ainda através da leitura da Figura 20, pode-se observar que as PM_{10} (média anual) e as $\text{PM}_{2,5}$ (média diária e anual) têm a si associados os menores valores guia de referência publicados pela OMS. Como consequência, a média mundial também apresenta os valores limite mais reduzidos em comparação com as outras normas. Este facto pode indicar que existe uma preocupação dos países em definir políticas de qualidade do ar que vão de encontro, embora não idealmente, às recomendações da Organização Mundial de Saúde.

O panorama das $\text{PM}_{2,5}$ é bastante influenciado pelas normas definidas pelos países da Oceânia. A média dos valores limite destes países é, para ambos as bases temporais, inferior as recomendações da OMS. É portanto possível dizer que as normas presentes nas políticas de qualidade do ar dos países da Europa, América, Ásia e África são as que mais contribuem para o aumento da média mundial.

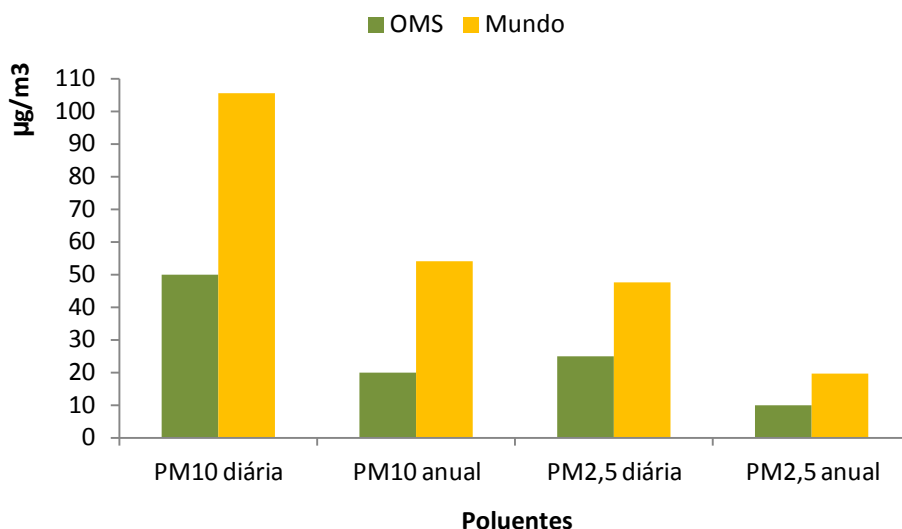


Figura 20: Médias dos valores limite mundiais (a laranja) em comparação com as recomendações da OMS (a verde) para a matéria particulada.

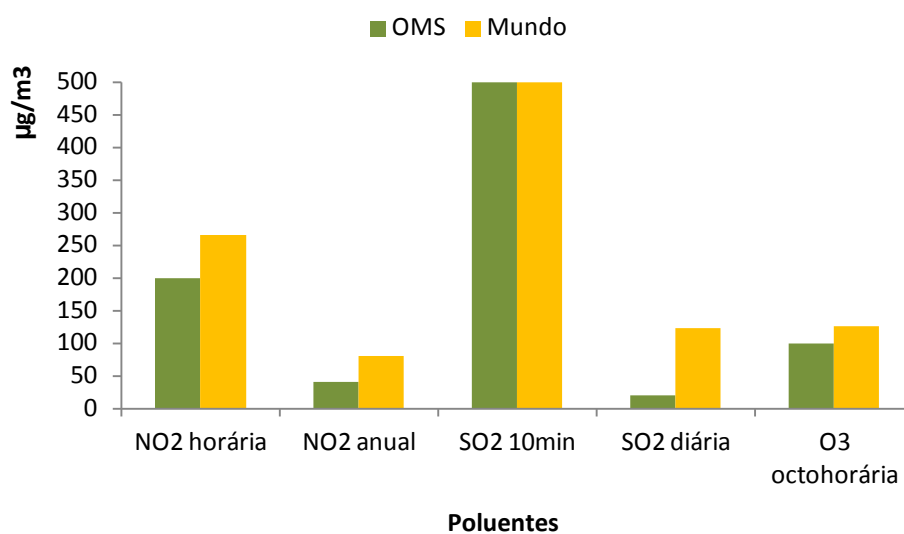


Figura 21: Médias dos valores limite mundiais (a laranja) em comparação com as recomendações da OMS (a verde) para o NO₂, SO₂ e O₃.

8. Desenvolvimentos futuros

Desenvolvida a plataforma web - AirLex - importa desde logo procurar formas que permitam a sua melhoria e evolução. O principal objetivo nesta fase é proporcionar, à comunidade interessada, uma ferramenta cada vez mais completa e funcional. Aliado a este objetivo surge o desafio de não deixar, o AirLex, cair o esquecimento de todas as pessoas que já o visitaram e angariar novas visitas.

Em termos de base de dados, o primeiro passo a tomar será o de tentar recolher informação para os países em falta. Seria um grande acrescento ao AirLex ter informação para todos os países disponíveis nos mapas. A missão de recolher toda esta informação passa por tentar encontrar, para todos os países, uma pessoa ou entidade que atue como pivô e forneça informações úteis à base de dados. Estas informações podem passar por atualizações à legislação de qualidade do ar que ainda não estejam transpostas para a base de dados e informação acerca da existência ou inexistência de legislação de qualidade do ar para os países em falta. No caso de existir legislação para determinado país em falta, a função do pivô passará por fornecer essa informação para ser incluída na base de dados.

Relativamente ao site estão previstas parcerias com outros departamentos da Universidade de Aveiro tendo em conta possíveis melhorias do seu aspeto visual. Em termos de conteúdos, da plataforma web poderão passar a constar os diversos documentos legais onde estão previstas as normas de qualidade do ar dos diversos países. Adicionalmente será também importante colocar à disposição do utilizador final documentos que sirvam referência na temática da qualidade do ar tais como as recomendações da Organização Mundial de Saúde. Todos os gráficos resultantes da análise feita nesta dissertação poderiam também ser incluídos no AirLex com o objetivo de proporcionar o máximo da informação disponível.

Um passo importante, que poderá dar toda uma nova dinâmica ao AirLex será a inclusão, nesta plataforma web, de dados resultantes da monitorização de qualidade do ar. Trata-se de um plano ambicioso e talvez o mais óbvio pois permitiria conjugar os dados de qualidade do ar monitorados com as normas que os limitam.

A criação do AirLex pode também ser um primeiro passo para que surjam outras ferramentas do tipo para outro género de problemas ambientais.

9. Conclusões

Cada vez mais as exigências e os padrões de consumo da sociedade, face a um desenvolvimento tecnológico e populacional em crescimento exponencial, têm como consequência a deterioração dos mais diversos recursos naturais e ecossistemas, com claro prejuízo do ambiente e impactos na saúde. É também crescente o conhecimento e preocupação relativamente a este binómio ambiente-saúde. Tal facto tem como resultado uma progressiva inclusão das questões relacionadas com a saúde nas diversas políticas ambientais.

A hipótese de a poluição atmosférica acarretar consigo problemas de saúde pública é uma particularidade já assumida como verdadeira pela população e comunidade científica em geral. Como resultado foram já produzidas, ao longo das últimas décadas, e por parte dos diferentes países, estratégias políticas com o objetivo de prevenir e mitigar os problemas associados à poluição atmosférica. Importa agora a definição de políticas, instrumentos e ferramentas de índole ambiental para que, no futuro, possa existir vida tal qual, ou melhor, a que conhecemos agora.

É neste contexto que a avaliação e gestão da qualidade do ar, a nível local, nacional e global, surge como um dos focos principais nas soluções a adotar no combate à poluição atmosférica. Posto isto, é estritamente necessário que a política ambiental, aliada aos diversos instrumentos de gestão da qualidade do ar e às constantes evoluções da matéria legal nacional e global, possibilite ações conjuntas que promovam a melhoria da qualidade do ar.

Como consequência de todas estas evidências, é necessário um esforço de todos os estados mundiais, que vá ao encontro da criação de políticas e legislação de qualidade do ar com o sentido de fixar valores limite eficazes para a proteção da saúde e ecossistemas.

Este trabalho teve como principal objeto de estudo a legislação de qualidade do ar, com principal incidência nas normas de qualidade do ar previstas nesses mesmos documentos publicados pelos diversos países. A metodologia seguida passou por pesquisar, analisar, compilar em base de dados e apresentar em plataforma web normas de qualidade do ar. Dentro de cada uma destas fases foi possível definir objetivos e tirar conclusões acerca do estado a que se encontra a política mundial na temática da qualidade do ar.

A pesquisa de legislação contendo normas de qualidade do ar foi feita em duas etapas. Primeiramente foi feita uma pesquisa com o intuito de encontrar normas de qualidade do ar emitidas por grandes instituições mundiais e que servissem,

posteriormente, como medida de comparação para a legislação publicada pelos países. As instituições definidas foram a EPA, OMS e CE. De entre estas, é possível afirmar que a CE é a que tem uma legislação mais vasta em termos do número de poluentes legislados. Qualitativamente, a Organização Mundial de Saúde é a que apresenta valores, neste caso expressos como valores guia de referência, mais restritivos. Este facto advém da grande preocupação que esta instituição mundial tem com a saúde humana. Compreensivelmente, os diferentes estados mundiais têm, além da saúde, as preocupações voltadas para o desenvolvimento económico e social. É-lhes então problemático, desde já, aproximar as suas normas de qualidade do ar às recomendações da OMS, pois este é um processo que envolve um determinado desenvolvimento tecnológico que demora o seu tempo a implementar. No entanto, e sendo sabido que a OMS não vincula os diferentes estados ao cumprimento dos seus valores guia de referência, podem ser já encontradas normas de qualidade do ar publicadas nos diferentes países que têm por base as recomendações da OMS.

A segunda etapa envolveu a pesquisa, em torno dos diversos países, de legislação de qualidade do ar. No total foram abordados 156 países de entre os quais foi possível encontrar normas de qualidade do ar para 97 dos mesmos. Em termos percentuais, foi possível recolher informação em cerca de 62% dos países abordados. É possível concluir, com suporte na Figura 5, que a disponibilidade de informação, relacionada com legislação de qualidade do ar, é maior no hemisfério norte. Foi relativamente fácil encontrar normas de qualidade do ar para os países europeus e americanos, sendo que na Ásia e África existe uma grande lacuna no que à disponibilidade de informação diz respeito.

Através da análise das normas de qualidade do ar, pôde-se constatar que, na Europa, cerca de 80% dos países têm já transposta, para a sua ordem jurídica, a Diretiva-Quadro 2008/50/CE de 21 de Maio de 2008 relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa. Nos restantes 20% enquadra-se um grupo muito particular de países (Arménia, Azerbaijão, Geórgia, Moldávia e Ucrânia) onde a legislação de qualidade do ar ainda apresenta graves falhas e discrepâncias em relação aos padrões de exigência atuais. Ainda dentro destes 20% de países que não têm transposta a mais recente diretiva comunitária, está a Albânia que define grande parte da sua legislação de qualidade do ar tendo em conta as normas da EPA.

Pode-se concluir que as normas de qualidade do ar, fixadas na legislação publicada pelos países da Oceânia, América, Ásia e África têm por base as normas da EPA e as recomendações da OMS. Ainda assim é possível destacar uma pontual

influência das normas que vinculam na Europa. É o caso de algumas normas de qualidade do ar vigentes nas Bahamas, Equador, Emirados Árabes Unidos e África do Sul.

No que diz respeito ao panorama global da legislação de qualidade do ar pode-se afirmar que apenas o NO_2 é legislado em todos os documentos legais encontrados. Numa situação semelhante está o SO_2 , pois apenas na África se encontrou um país que não regulamenta este poluente. As PM_{10} , O_3 e CO apresentam um panorama mundial semelhante. As PM_{10} estão regulamentadas em 90,5% dos países em que foi possível encontrar legislação de qualidade do ar, enquanto que o O_3 e o CO estão ambos presentes em 96,8% dos documentos legais encontrados. As $\text{PM}_{2,5}$ são um poluente de recente aplicação na gestão da qualidade do ar. Talvez por esta razão, apenas na Europa este poluente é normalizado em mais de 50% dos países. Em sentido inverso, na Oceânia e África apenas cerca de 20% dos países onde foi encontrada legislação de qualidade do ar apresenta normas para as $\text{PM}_{2,5}$. 54,7% dos países definem normas de qualidade do ar para o benzeno. Este resultado é largamente influenciado pelas normas presentes na Europa, pois, para os restantes continentes este poluente é pouco aplicado. A razão estrará relacionada com o facto da EPA não apresentar nenhuma norma de qualidade para o benzeno e a OMS considerar que nenhuma exposição pode ser considerada segura, visto o benzeno ser considerado carcinogénico. Entre os metais pesados constata-se que o Pb é o que tem uma aplicação mais ampla, estando presente, em maioria, na Europa, América, Ásia e África. O As, Cd e Ni estão largamente definidos na legislação de qualidade do ar dos países europeus. Nos restantes continentes estes metais não têm representatividade. O mesmo se passa para o hidrocarboneto aromático policíclico - benzo(a)pireno.

Uma segunda etapa da análise das normas de qualidade do ar consistiu em comparar estas mesmas com as recomendações da OMS. A conclusão que se pode tirar reside no facto de, atualmente, existir ainda uma grande distância entre os mais restritivos valores guia de referência da OMS e as normas de qualidade do ar previstas na legislação dos diferentes países. É espelho desta situação a Figura 19 em que se pode observar que apenas as normas de PM_{10} (média diária), NO_2 e SO_2 (média de 10 min) são definidas, predominantemente, com o mesmo valor limite que os valores guia de referência da OMS. Tal acontece pois as recomendações da OMS são idênticas às normas de qualidade do ar definidas na Diretiva-Quadro 2008/50/CE. A Europa está então na vanguarda da tecnologia que permitirá a aproximação das normas de qualidade do ar às recomendações da OMS. Globalmente, conclui-se que apenas a norma

respeitante ao SO₂ (média de 10 min) tem um valor limite médio igual ao homólogo valor guia de referência. Todas as outras normas de qualidade do ar são, em média, definidas com valores limite superiores às recomendações da OMS. Tal facto pode advir de, como já foi supracitado, poderem surgir implicações menos favoráveis, nos aspetos económicos de determinado país ao aproximar as suas normas de qualidade do ar às recomendações da OMS. No entanto, e tomando o tempo que for necessário, este caminho tem se ser trilhado com vista à melhoria da qualidade do ar e, consequentemente, da qualidade de vida do ser humano.

Tendo em conta todas estas fases pode-se concluir que o objetivo deste estágio, em proporcionar à comunidade interessada uma nova e única ferramenta que permita o acesso compilado a normas de qualidade do ar, foi cumprido com a criação da plataforma web AirLex – Worldwide Air Quality Legislation.

Bibliografia

- Azevedo, F. (2005). *Aplicação da Diretiva Quadro do Ar à Cidade do Porto*. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de Mestre em Gestão e Políticas Ambientais. Universidade do Aveiro.
- Coutinho, M.; Rodrigues, R.; Ferreira, J.; Lopes, M.; Borrego, C. (2006). *Comparison of European National Legislations Efficiency on the Reduction of Air Pollutant Emissions*. Journal of the Air and Waste Management Association. 56 (2), p. 317-321
- Cruz, Martinho de Almeida (1982). *Aspetos Jurídicos da Poluição Atmosférica*. Edição INAPA; Porto.
- Ferreira, J. C. (2007). *Relação qualidade do ar e exposição humana a poluentes atmosféricos*. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de Doutor em Ciências Aplicadas ao Ambiente. Universidade do Aveiro.
- Kraft, M. (1998). *Clean air and the Adirondacks: science, politics, and policy choice*. Environmental Science & Policy, Volume 1, Issue 3, pg. 167-173.
- Lim, L.L., Hughes S.J. e Hellawell, E.E. (2005). *Integrated decision support system for urban air quality assessment*. Environmental Modell & Software, 20, 947–954.
- Longhurst, J.W.S., Elsom, D.M. e Power, H. (2000). *Air Quality Management*. WIT Press, USA.
- Pruss-Ustun, A. e Corvalán, C. (2006). *Preventing Disease Through Healthy Environments: Towards an estimate of the environmental burden of disease*. Geneva, World Health Organization.
- Rodrigues, R.; Coutinho, M.; Lopes, M.; Ferreira, J.; Borrego, C. (2004). *Revision of the Legislation of Atmospheric Pollutants Emissions in Portugal*. 6th International Conference on Emissions Monitoring (CEM 2004), Milão, Itália.

- Syrakov, D.; Prodanova, M.; Zerefos, C.; Ganev, K.; Miloshev, N. (2001). *Long-Term Estimates of Sulfur Deposition in the Region of Southeastern Europe*. S. Margenov, J. Wasniewski P. Yalamov (Eds.), Large-Scale Scientific Computing (Vol. 2179, pp. 317-325). Springer Berlin / Heidelberg.
- Valente, J. (2011). *Modelação da qualidade do ar e da saúde humana: da mesoescala à dose*. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de Doutor em Ciências Aplicadas ao Ambiente. Universidade do Aveiro.
- WHO (2006). *Air Quality Guidelines Global Update 2005: Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide*. Copenhaga, World Health Organization, Regional Office for Europe.
- WHO (2010). *Exposure to benzene: A major public health concern*. Geneva, World Health Organization.
- Williams, M. (2004). *Air pollution and policy – 1952 – 2002*. Science of the Total Environment, 334-335, 15-20.

Documentos legislativos:

- COM(2001) 31 final, de 24 de Janeiro, Comunicação da Comissão Europeia ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões sobre o 6º Programa de Ação da Comunidade Europeia em Matéria de Ambiente “Ambiente 2010: o nosso futuro, a nossa escolha”.
- COM(2001) 245 final, de 4 de Maio, Comunicação da Comissão Europeia. Programa Ar Limpo para a Europa (CAFE): Para uma Estratégia Temática em matéria de Qualidade do Ar.
- COM(2005) 446 final, de 21 de Setembro, Comunicação da Comissão Europeia ao Conselho e ao Parlamento Europeu. Estratégia Temática sobre a Poluição Atmosférica.

- COM(2005) 447 final, de 21 de Setembro, Proposta de Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa.
- Decreto-Lei n.º 351/07, de 23 de Outubro, transpõe para a ordem jurídica nacional a Diretiva n.º 2004/107/CE, estabelecendo valores alvo para as concentrações de arsénio, cádmio, mercúrio, níquel e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos.
- Decreto-Lei n.º 102/10, de 23 de Setembro, transpõe para a ordem jurídica nacional a Diretiva n.º 2008/50/CE e a Diretiva n.º 2004/107/CE, estabelecendo o regime da avaliação e gestão da qualidade do ar.
- Diretiva 96/62/CE, de 27 de Setembro, Diretiva-Quadro relativa à avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente.
- Diretiva 99/30/CE, de 22 de Abril, relativa a valores limite para o dióxido de enxofre, dióxido de azoto e óxidos de azoto, partículas em suspensão e chumbo no ar ambiente.
- Diretiva 2000/69/CE, de 16 de Novembro, relativa a valores limite para o benzeno e o monóxido de carbono no ar ambiente.
- Diretiva 2002/3/CE, de 12 de Fevereiro, relativa ao ozono no ar ambiente.
- Diretiva 2004/107/CE, de 15 de Dezembro, relativa ao arsénio, ao cádmio, ao mercúrio, ao níquel e aos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos no ar ambiente.
- Diretiva 2008/50/CE, de 21 de Maio, relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa.

Sítios na Internet:

- APA (2013). *Qualidade do Ar Ambiente*. [Consult. Abril 2013]. Disponível na internet: URL:
<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=82&sub2ref=316>.

- AirLex (2013). *AirLex – Worldwide Air Quality Legislation*. [Consult. Maio 2013]. Disponível na internet: URL: <http://airlex.web.ua.pt>.
- Ecolex (s/d). *Ecolex – The Gateway to Environmental Law*. [Consult. Abril 2013]. Disponível na internet: URL: <http://www.ecolex.org>.
- EPA (2010). *Origins of Modern Air Pollution Regulations*. [Consult. Dezembro 2012]. Disponível na internet: URL: <http://www.epa.gov/apti/course422/apc1.html>.
- EUR-Lex (2013). *EUR-Lex – Access to European Union law*. [Consult. Abril 2013]. Disponível na internet: URL: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:72008L0050:EN:NOT#FIELD_BG.
- Eurostat (2012a). *Greenhouse Gas Emissions*. [Consult. Abril 2013]. Disponível na internet: URL: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_air_gge&lang=en.
- Eurostat (2012b). *Air Pollution*. [Consult. Abril 2013]. Disponível na internet: URL: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>.